22101721204

Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/b2039083x

Wallis, Pace, 1874.

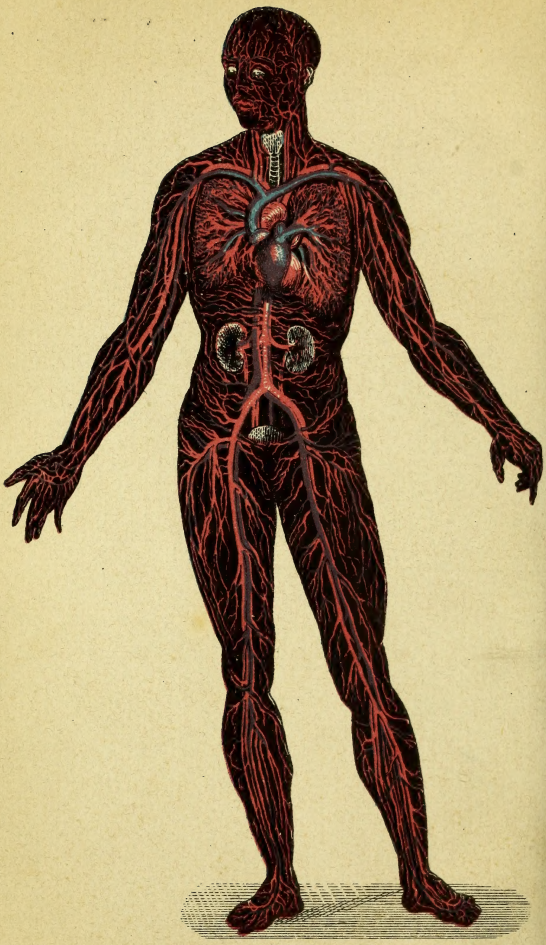
BIBLIOTHÈQUE
DES MERVEILLES

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. ÉDOUARD CHARTON

LE CORPS HUMAIN

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.



CIRCULATION DU SANG.

(Coeur, Poumons, Artères et Veines.)

C. J. Wallis
Jan.r 1874
Pau

BIBLIOTHÈQUE DES MERVEILLES

LE CORPS HUMAIN

PAR

A. LE PILEUR
DOCTEUR EN MÉDECINE

TROISIÈME ÉDITION

ILLUSTRÉE DE 46 VIGNETTES PAR LÉVEILLÉ

PARIS
LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie
79, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 79

1873

Droits de propriété et de traduction réservés

M15387

WELLCOME INSTITUTE
LIBRARY

Coll. welMOmec

Call
No. QT104
1873
L43c

LE

CORPS HUMAIN

CHAPITRE PREMIER

INTRODUCTION

Idée que les anciens se faisaient du corps humain. — Notions sommaires d'anatomie générale. — Substance du corps ou matière organisée. Principes immédiats. — Éléments anatomiques. — Nutrition. — Humeurs. — Tissus.

On a dit avec raison que l'esprit de l'homme, qui parcourt les espaces célestes et peut calculer la marche et la densité des astres, se trouve fort dérouté lorsque, au retour de ces excursions lointaines, il rentre dans sa propre maison. Son organisation est, parmi les mystères de la nature, un de ceux qu'il a le moins pénétrés, malgré ses efforts incessants pour en soulever le voile. De tout temps, en effet, il a cherché à se connaître lui-même, de tout temps il a étudié les rapports de sa propre existence avec celle du monde et les influences cos-

miques, évidentes pour lui, mais presque toutes inexpliquées dans leur action sur les êtres vivants.

Emportés par leur imagination dans cette voie de rapprochements entre le corps humain et l'ensemble de la création, Aristote et quelques autres philosophes voyaient dans l'homme un abrégé des merveilles de l'univers. C'était pour eux le microcosme, le diminutif et comme le résumé du monde entier. Paracelse et les médecins astrologues développèrent à leur point de vue les idées des philosophes grecs et poussèrent à ses dernières limites la doctrine des influences sidérales sur l'homme. Suivant eux, le corps avait, comme la terre, un axe et deux pôles ; la tête, siége de l'âme, correspondait au ciel où résidait la divinité, etc.

Depuis lors, et surtout de nos jours, l'imagination a fait place dans l'étude à une méthode rigoureuse et à des idées positives. Mais qu'on suive à l'aventure Aristote et Paracelse, ou qu'on préfère à leurs théories poétiques les données exactes de la science, on verra toujours dans le corps de l'homme ce que la nature a créé de plus complet et de plus élevé parmi les êtres vivants, et l'on admirera, dans l'organisation même du corps humain, les efforts et les découvertes que son étude a fait accomplir à l'intelligence, depuis les maîtres de l'antiquité jusqu'à ceux de notre temps.

Dans le corps humain, comme chez les animaux et dans le règne végétal, la matière organisée est constituée par ce qu'on a nommé les *principes immédiats* et les *éléments anatomiques*. Parmi les principes immédiats, les uns sont d'origine minérale, comme l'oxygène, l'eau, les carbonates, les chlorures, les phosphates, etc. ; ils pénètrent dans l'organisme et fournissent

les matériaux à l'aide desquels s'y forment d'autres principes d'un ordre différent. Ceux-ci constituent essentiellement le corps, d'où le nom de *substances organiques* qui leur est spécialement réservé. Les substances organiques n'ont déjà plus d'analogues dans le règne minéral, quoiqu'elles lui empruntent leurs matériaux d'origine ; elles sont solides ou demi-solides (globuline, musculine...), liquides ou demi-liquides (fibrine, albumine, caséine...), colorantes ou colorées (hématosine, biliverdine.....). Elles se décomposent au lieu même où elles se sont formées ou déposées et donnent naissance à une autre classe de principes immédiats. Ces derniers, bien différents entre eux par leur nature et leurs attributions, sont des acides, des sels, des alcaloïdes, des corps gras : ce sont l'urée, la créatine, la stéarine, la cholestérine, les sucres du lait et du foie, les acides lactique, urique, etc., etc.

Ce mouvement double et continu de combinaison et de dissociation des principes immédiats a pour résultat la formation des éléments anatomiques. On nomme ainsi de très-petits corps, libres ou contigus, présentant un ensemble de caractères géométriques, physiques et chimiques spéciaux, ainsi qu'une structure sans analogie avec celle des corps bruts. Ce sont les plus petites subdivisions organiques auxquelles on puisse ramener les tissus et les humeurs par l'analyse anatomique. Leur réunion, leur enchevêtrement constituent les solides et les liquides de l'organisme. Par l'*assimilation*, ils empruntent leur substance aux molécules des principes immédiats ; par la *désassimilation*, ils abandonnent en même temps et en proportions égales, d'autres molécules de ces mêmes principes.

L'ensemble de ces phénomènes est ce qu'on nomme la *nutrition*.

Ainsi l'eau, le carbone, la chaux, le phosphore, le fer et les autres principes qui pénètrent dans l'économie concourent à former la globuline, la fibrine, la musculine et les autres substances organiques qui, par leur combinaison constituent les éléments anatomiques du sang, des muscles, des os, des nerfs, du corps en un mot ; c'est l'assimilation.

En même temps, d'autres molécules de ces mêmes principes, en proportions égales, abandonnent par désassimilation la substance de l'organisme et concourent à former le lait, la salive, les larmes, la bile et les autres sécrétions qui doivent être ou complétement excrétées, comme impropres à la nutrition, ou rejetées partiellement au dehors et partiellement reportées dans l'économie.

Quant aux éléments anatomiques, les uns ont une forme descriptible : globule, fibre, cellule, tube ; d'autres, sans forme distincte ou amorphes, remplissent les intervalles compris entre les premiers.

Nous avons vu que les principes immédiats et les éléments anatomiques constituaient la matière organisée à l'état solide ou liquide. La masse des liquides l'emporte de beaucoup sur celle des solides dans le corps de l'homme ; on l'évalue aux $\frac{9}{10}$ du poids total. L'eau entre en proportion considérable dans la composition de ces liquides, dont une partie seulement est contenue dans les vaisseaux ou les réservoirs spéciaux à chacun d'eux, tandis que le reste pénètre intimement les parties solides et fait corps avec elles.

On donne le nom d'*humeurs* aux parties liquides ou

semi-liquides de l'organisme, formées par mélange et dissolution des principes immédiats et tenant ordinairement des éléments anatomiques en suspension. Les parties solides sont ce qu'on nomme les *tissus*.

Les humeurs sont classées, suivant le rôle qu'elles jouent dans l'économie, en humeurs constituantes, humeurs sécrétées ou sécrétions, excrétions et produits médiats qui tiennent des trois autres genres. Les *humeurs constituantes* sont au nombre de trois : le sang, le chyle et la lymphe. Le *sang* est le liquide nourricier du corps ; il contient tous les principes immédiats que l'on rencontre dans l'économie. Incessamment reconstitué par la digestion et la respiration, il porte à tous les organes les matières assimilables, et aux appareils spéciaux celles qui formeront les sécrétions ou qui, désassimilées, doivent sortir de l'organisme. C'est donc un liquide à la fois réparateur et épurateur. La qualification de *chair coulante*, qu'on lui a donnée, est insuffisante ; car, aussi bien que le tissu musculaire, les autres tissus de l'économie sont essentiellement dans sa masse.

Le sang est plus lourd que l'eau ; sa pesanteur spécifique est de 1052 à 1057, celle de l'eau étant de 1000. Dans les vaisseaux le sang se compose : 1° d'éléments anatomiques, *globules* et *globulins*, les premiers sont rouges, *hématies*, ou blancs, *leucocytes ;* les globulins se rapprochent beaucoup dans leurs apparences des globules blancs ; 2° d'un liquide où l'eau représente 779 pour 1000 en poids, chez l'homme, et 791 pour 1000, chez la femme ; ce liquide est le *plasma*, la substance plastique, le suc nourricier ; on y trouve en dissolution tous les principes immédiats du sang. Ce sont,

entre autres, de la chaux, de l'ammoniaque, de la soude, de la potasse, du phosphore, de la magnésie, du fer et d'autres métaux à l'état de sels ; chlorures, chlorhydrates, sulfates, carbonates, phosphates, etc., auxquels sont mêlés les principes des sécrétions et les substances organiques dont les plus importantes, par leur quantité, sont : la fibrine, 2,5 pour 1000, et l'albumine, 69 à 70 pour 1000.

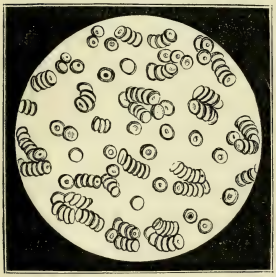


Fig. 1.
Le sang vu au microscope.

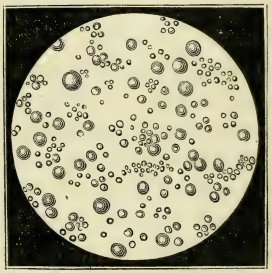


Fig. 2.
Le lait vu au microscope.

Le sang doit sa couleur aux *globules rouges* ou *hématies*, colorés eux-mêmes par une matière que de Blainville a nommée *hématosine*, et qui contient 7 pour 100 de fer. Les *hématies* sont aplaties en forme de disques ronds, du diamètre de $0^{mm},006$ à $0^{mm},007$ et d'une épaisseur de $0^{mm},002$. Elles se présentent, au microscope, groupées sans ordre ou empilées comme des pièces de monnaie, de couleur rouge à la lumière réfléchie. Les *leucocytes*, dont nous avons parlé plus haut, sont des corpuscules sphériques, à surface lisse, d'un

blanc jaunâtre à la lumière réfléchie, et de $0^{mm},008$ à $0^{mm},014$ de diamètre.

La couleur du sang est d'un beau rouge cramoisi dans les artères, d'un rouge plus ou moins noir dans les veines ; nous aurons occasion de l'examiner à ce point de vue en parlant de la circulation.

La température du sang, environ 38°, 5, est plus élevée que celle d'aucune autre partie constituante du corps ; elle diffère, comme nous le verrons plus loin, suivant qu'on l'observe sur tel ou tel point de l'appareil circulatoire.

Lorsqu'on laisse reposer le sang tiré des vaisseaux, il se sépare en deux parties distinctes, l'une demi-solide, le caillot, l'autre liquide, le sérum. Le *caillot* résulte de la coagulation de la fibrine qui entraîne avec elle les globules rouges en suspension dans le sang ; ces globules étant plus denses que les autres éléments du sang, quand la coagulation de la fibrine tarde quelque temps, ils tombent vers la partie déclive ; alors une portion de la fibrine, n'en rencontrant pas, se coagule en conservant sa coloration propre, et le caillot se compose de deux couches : l'une superficielle, grisâtre ou blanche et demi-transparente, appelée *couenne*, formée de fibrine pure ou mélangée de globules blancs ; l'autre composée de fibrine et de globules rouges qui lui donnent leur couleur. Le *sérum* est un liquide transparent, d'un jaune verdâtre, quelquefois teinté de blanc par des gouttelettes graisseuses, auquel cette coloration et d'autres points d'analogie ont fait donner le même nom qu'au petit-lait. Il est un peu moins dense que le caillot, et contient, entre autres principes, beaucoup d'albumine.

Le sérum est le plasma moins la fibrine.

Le *chyle* est un liquide blanc, opaque, ayant à peu près l'aspect du lait, qui est séparé des aliments pendant l'acte de la digestion, et que les vaisseaux *chylifères* pompent à la surface de l'intestin grêle et portent dans le sang pour servir à sa formation. En avançant vers le point où il doit se mêler au sang, il devient de plus en plus analogue à ce dernier liquide par sa composition, prend une teinte rosée et, abandonné à lui-même, il se partage en caillot fibrineux et en sérum albumineux.

La *lymphe* est un liquide clair, transparent, légèrement teinté de jaune ou de vert. Puisée par les vaisseaux *lymphatiques* dans l'épaisseur des organes, surtout à la peau et à la surface des membranes séreuses et muqueuses, la lymphe est versée dans la masse du sang par deux canaux principaux. Elle contient, comme le chyle, des globules blancs et des gouttelettes de graisse. Extraite des vaisseaux lymphatiques, elle se sépare de même en caillot fibrineux et en sérum contenant un peu d'albumine.

Le chyle et la lymphe sont, comme on voit, un sang imparfait. Le chyle sort, à l'état d'ébauche, de l'appareil digestif et va s'achever dans les appareils de l'hématose. La lymphe vient de la limite extrême des organes à ces mêmes appareils et y pénètre avec le chyle en se mêlant au sang, à l'humeur constituante par excellence.

Les *humeurs sécrétées* ou *sécrétions* sont produites par des appareils spéciaux, aux dépens des matériaux qu'y apportent les humeurs constituantes ; elles diffèrent de ces dernières en ce qu'elles servent seulement

de milieu aux éléments qu'elles tiennent en suspension, sans que ces éléments leur soient propres, comme les hématies, par exemple, le sont au sang. Toutes renferment une ou plusieurs substances organiques, liquides, à la nature desquelles l'humeur sécrétée doit ses propriétés essentielles. Ces humeurs sont nombreuses et jouent dans l'économie des rôles très-distincts. Elles sont normales ou morbides suivant qu'elles doivent leur origine aux fonctions régulières des organes ou que la maladie détermine leur sécrétion. Parmi ces humeurs, nous nous bornerons à citer le *lait*, qui se rapproche du sang par son sérum et que rien ne peut remplacer dans l'alimentation de la première enfance ; les *humeurs aqueuse* et *hyaloïde*, qui font partie de l'œil ; la *synovie*, qui baigne et lubrifie les surfaces articulaires ; les *larmes* ; la *salive*, qui se rattache, comme nous le verrons plus loin, à la digestion, et dans laquelle Longet a démontré l'existence, à dose minime et par conséquent inoffensive, du sulfocyanure de potassium, un des poisons les plus violents. Dans le langage vulgaire, on donne exclusivement le nom d'humeur aux liquides purulents, produits morbides qui diffèrent à quelques égards suivant les conditions et les organes dans lesquels ils se forment ; c'est à tort qu'on leur réserve spécialement une dénomination qui appartient à tous les liquides organiques.

Indiquons seulement les *produits médiats*, parmi lesquels figure le *chyme*, pâte demi-liquide, élaborée par l'estomac pendant la digestion, et les *excrétions* dont l'organisme se débarrasse après les avoir séparées de presque tous les principes assimilables.

Les *tissus* sont les parties solides du corps, formés

d'éléments anatomiques enchevêtrés ou seulement juxtaposés. On distingue les tissus d'après les éléments qui leur sont propres, d'après leur texture, c'est-à-dire le mode d'arrangement de ces éléments et d'après leurs propriétés essentielles, qui sont ou physico-chimiques, comme la consistance, l'extensibilité, la rétractilité, l'élasticité, l'hygrométricité; ou organiques, comme les propriétés d'absorption, de sécrétion, de développement, de régénération, de contractilité et d'innervation. Ces propriétés sont variables, suivant les tissus, qui sont plus ou moins tenaces, plus ou moins extensibles, etc., ou particulières à certains tissus et indépendantes, car un tissu peut être rétractile et nôn extensible ou élastique, et *vice versa*. On appelle *tissus constituants* ceux qui, formés d'un élément fondamental, fibre, cellule, tube, composent essentiellement l'organisme, et *tissus produits*, ceux qui, émanés des premiers, peuvent s'en détacher sans les détruire et ne sont que des parties accessoires ou de perfectionnement. Ces produits sont *normaux* ou *morbides*, suivant leur nature et leur masse. Parmi les tissus nombreux qui existent dans l'économie nous citerons les suivants :

Tissu *osseux*, composé principalement d'un élément anatomique nommé *ostéoplaste*. Compacte dans certaines parties des os, spongieux dans d'autres, le tissu osseux est creusé de conduits ramifiés à l'infini, *canalicules de Havers*, dans lesquels passent le sang et la substance médullaire.

Tissu *cartilagineux* et *fibro-cartilagineux*.

Tissu *cellulaire* ou *conjonctif*, plus exactement nommé tissu *lamineux*, formé de fibres lamineuses, filaments longs, aplatis, onduleux, fasciculés, et de fibres apparte-

nant au tissu élastique. Sur presque tous les points de

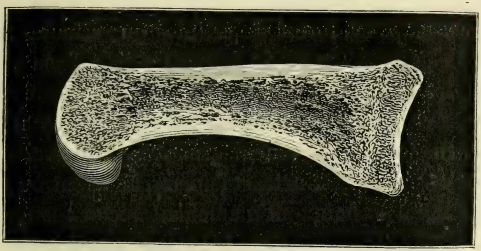


Fig. 3. — Tissu osseux vu à l'œil nu.

l'économie, il remplit les vides que laissent entre eux, ou entre leurs faisceaux, les autres tissus; à la sur-

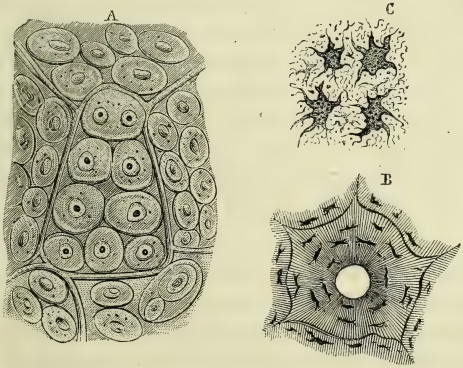


Fig. 4. Tissus osseux et cartilagineux vus au microscope.
A Cellules du tissu cartilagineux.
B Coupe d'un canalicule de Havers, montrant la disposition des cellules étoilées dans la masse d'un os.
C Cellules étoilées plus grossies.

face du corps et de ses cavités, ainsi qu'au pourtour

des organes, il est disposé en membranes enveloppantes.

Tissu *adipeux*, formé de cellules ou vésicules contenant la graisse. On ne le rencontre que dans le tissu cellulaire et sur les points où ce dernier est le moins dense. Ces deux tissus réunis sont communément désignés sous le nom de couche graisseuse, de graisse; ils sont néanmoins distincts, et l'amaigrissement ou l'augmentation d'embonpoint n'amènent aucun changement dans la masse du tissu cellulaire, mais seulement dans la graisse que renferment les cellules du tissu adipeux.

Fig. 5. — Fibres lamineuses à leur première phase de développement.

Tissu *épithélial*, ayant pour élément anatomique des cellules ou des noyaux libres qui forment, par juxtaposition, soit une couche unique et très-mince, soit plusieurs couches superposées. C'est de ce tissu que sont essentiellement composés l'épiderme et l'épithélium, sorte d'épiderme interne.

Tissu *musculaire*. C'est celui qui constitue les muscles, c'est-à-dire la chair à proprement parler; il est composé d'éléments désignés sous le nom de *fibres musculaires;* les unes *fibres lisses* ou *fibres-cellules*, les autres *fibrilles* qui, par leur réunion, forment les *faisceaux striés*. Les fibrilles sont l'élément fondamental du tissu musculaire; leurs faisceaux primitifs et microscopiques se réunissent en faisceaux secondaires, visibles à l'œil nu et qui sont connus en anatomie descriptive sous le nom de fibres

des muscles. Les fibrilles sont contractiles, mais non élastiques, et leurs faisceaux primitifs ont une enveloppe homogène de tissu élastique, mais non contractile, nommé *sarcolemme*.

Tissu *fibreux;* mêmes éléments que le tissu cellulaire, mais réunis en faisceaux compactes et visibles à l'œil nu, plus fortement adhérents entre eux et entre-croisés en tous sens. Le tissu fibreux se rencontre surtout dans les ligaments articulaires et interosseux, ainsi que dans certaines membranes d'enveloppe, comme la sclérotique qui forme le blanc de l'œil.

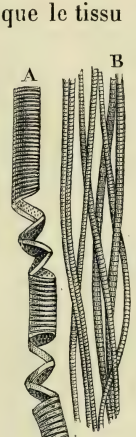


Fig. 6. — Tissu musculaire vu au microscope.
A Fibrille dépouillée du sarcolemme pour faire voir les disques qui la constituent.
A' Un de ces disques.
B Plusieurs fibrilles moins grossies.

Tissu *tendineux* et *aponévrotique*, constitué par une variété de fibres lamineuses, très-minces, à bords froncés, onduleuses, adhérant immédiatement par une de leurs extrémités au sarcolemme des faisceaux musculaires striés et par l'autre à la substance osseuse. Ces fibres s'unissent en petits faisceaux aplatis, polyédriques, larges de $0^m,001$ à $0^m,002$ et dont l'ensemble forme les tendons et les aponévroses, qui sont des toiles tendineuses. Le tissu tendineux est inextensible dans le sens de sa longueur et sans élasticité.

Tissu *nerveux*, essentiellement formé de tubes qu'on distingue en *tubes larges* ou tubes de la vie animale, et *tubes minces* ou tubes de la vie organique. Les uns et les autres offrent une paroi homogène, transparente et très-mince, contenant un liquide visqueux et graisseux,

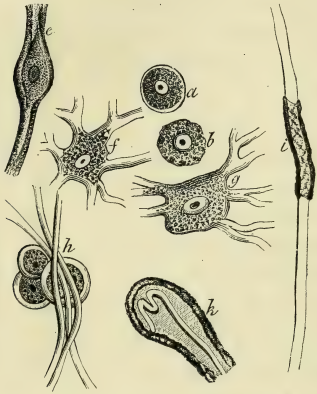


Fig. 7. — Tissu nerveux vu au microscope.

a b Cellules nerveuses sphériques.
e Cellule bipolaire.
g Cellules multipolaires.
h Cellules des ganglions et fibres nerveuses.
i Tube nerveux et cylindre-axe.
k Terminaison d'une fibre nerveuse dans un organe.

substance ou *tube médullaire* ou *substance blanche de Schwann* au centre de laquelle existe une sorte de tige, *cylindre-axe*. Dans la moelle épinière et dans l'encéphale, la paroi du tube n'existe pas et le tube est formé par la substance médullaire et le cylindre-axe seulement; au contraire, en s'approchant de la périphérie du corps, les tubes nerveux contiennent moins de sub-

stance médullaire et, à leur extrémité terminale, ils sont réduits à un filament formé par la paroi et le cylindre-axe, sans cavité ni substance médullaire. Sur certains points du système nerveux, les tubes larges ainsi que les tubes minces diffèrent anatomiquement, suivant qu'ils appartiennent aux nerfs sensitifs ou aux nerfs moteurs. On trouve encore dans le tissu nerveux d'autres éléments, ce sont les *cellules* ou *corpuscules ganglionnaires* et les *fibres de Remak*.

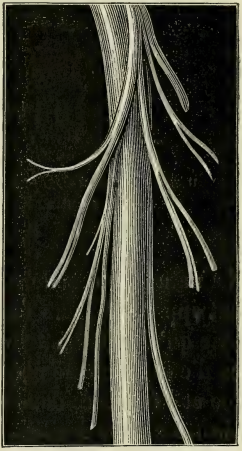


Fig. 8. — Un nerf et ses ramifications vus à l'œil nu.

Les *corpuscules ganglionnaires*, ainsi nommés parce qu'on les rencontre au niveau des ganglions, reçoivent les tubes sensitifs venus du cerveau ou de la moelle. Ces tubes se confondent avec la paroi du corpuscule sur un des points ou *pôles* de sa périphérie et repartent du pôle opposé. On distingue les corpuscules ganglionnaires en *bipolaires* et *multipolaires*, suivant qu'ils reçoivent un ou plusieurs tubes.

Les *fibres de Remak* paraissent un des éléments constituants des filets nerveux moteurs.

CHAPITRE II

Forme du corps, sa beauté. Chefs-d'œuvre qu'elle a inspirés aux artistes. Description de la peau, ses fonctions.

La nature, en modelant les animaux, a merveilleusement approprié leurs formes aux fonctions et au genre de vie qu'elle leur attribuait, mais nulle créature n'a reçu d'elle au même point que l'homme ce mélange de force et d'élégance dans les contours, de grandeur et de délicatesse dans les lignes ; chez aucune autre elle n'a mis tant de soin à distinguer les deux sexes en leur partageant ses dons les plus précieux. C'est de l'espèce humaine seulement que Buffon pouvait dire : « L'homme a la force et la majesté, les grâces et la beauté sont l'apanage de l'autre sexe. »

Le fabuliste, usant du privilége des poëtes, a fait dire au lion :

> Avec plus de raison nous aurions le dessus
> Si mes confrères savaient peindre.

Sans doute, en se comparant à certains animaux, l'homme ne peut méconnaître l'infériorité de la force musculaire et des armes que la nature lui a données,

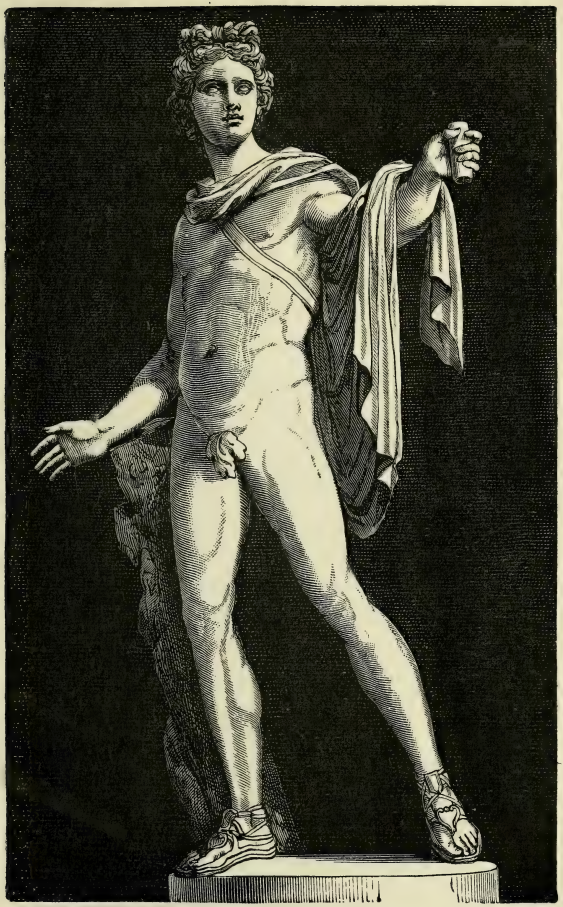


Fig. 9. — Apollon du Belvédère.

mais qu'importe, il se sent au-dessus de ces êtres plus forts et mieux armés que lui. Il sait éviter leurs atteintes et triompher de leur force brutale; il les contraint à le servir et dispose de leur vie et de leurs dépouilles en obéissant, non à un instinct aveugle, mais à la voix de la raison. S'il se croit le premier parmi les hôtes de sa planète, ce n'est pas sa vanité qui le lui persuade, c'est son intelligence qui le lui démontre et lui donne le droit de traiter en maître les autres créatures.

Nous admirons le port majestueux d'un arbre, l'élégance d'une fleur, le plumage et le vol d'un oiseau, la démarche puissante d'un grand mammifère; mais rien dans la nature ne nous impressionne autant que la forme humaine. Ce n'est pas par une sympathie instinctive pour les êtres de notre espèce que nous les trouvons plus beaux, ce n'est pas non plus au penchant d'un sexe pour l'autre qu'est dû le jugement que nous portons de la beauté; cette sympathie, ce penchant sont communs à la plupart des animaux supérieurs, mais l'homme seul possède le sentiment du beau, il n'appartient qu'à lui de distinguer la forme normale de la difformité, d'apprécier le développement de l'intelligence chez les individus comme dans les espèces, et cette faculté lui donne le droit de se placer au premier rang parmi les êtres animés.

Les arts plastiques reçoivent de la forme humaine leurs inspirations les plus élevées, et c'est aux efforts des peintres et des statuaires pour la reproduire dans sa perfection que nous devons les trésors de nos musées. On dit souvent de ces chefs-d'œuvre qu'ils sont l'idéal de la beauté, mais il ne faut pas entendre par là quelque chose de supérieur à la nature même. L'ar-

tiste peut apprécier la beauté relative des modèles qui s'offrent à ses yeux, mais en cessant de suivre la nature, en voulant lui devenir supérieur, il ne pourrait enfanter qu'un produit imaginaire, une monstruosité. L'anatomie doit être sa première étude ; s'il oublie ses préceptes, il devient incorrect comme le musicien qui manquerait aux lois de l'harmonie. L'idéal n'est donc pas une forme plus parfaite, c'est la perfection même de la forme naturelle que l'artiste s'efforce d'atteindre, soit en s'inspirant d'un modèle unique, soit en réunissant dans une seule figure les détails qu'il emprunte à différents individus. Loin de chercher à faire mieux que la nature, il sent que sa main est impuissante à rendre complétement l'impression que reçoit son œil exercé.

Dans certaines limites, il peut cependant exagérer ou atténuer tel détail de forme, et cela sans cesser d'imiter la nature qui lui montre à préciser ainsi le caractère et la physionomie. Le peintre et même le statuaire s'attribuent donc avec raison une certaine latitude dans la ligne et les proportions ; ce sont des licences poétiques, analogues à celles qui permettent au musicien d'obtenir de grands effets en passant par la dissonance. Aussi, dans les questions de ce genre, la critique nous semble-t-elle devoir procéder avec beaucoup de réserve. On ne saurait contester à l'anatomiste le droit de signaler une incorrection, et l'artiste doit être averti que le génie seul peut s'en permettre de semblables : mais, dût-on admettre comme toujours fondées les critiques adressées à la peinture ou à la sculpture au nom des sciences naturelles, qui pourrait, en présence d'un chef-d'œuvre, s'arrêter obstinément à une faute de détail ?

Fig. 10. — Vénus de Milo.

Au point de vue de l'inspiration puisée dans la forme humaine, la beauté des madones de Raphaël et les admirables peintures des Vénitiens nous impressionnent peut-être encore plus que la statuaire. Sous le pinceau des grands maîtres, c'est l'homme même que l'on voit. Quoi de plus beau que la *Vierge à la Chaise* ou que cette *Violante*, peinte par Giorgion et dont Venise possédait autrefois la resplendissante image ?

Dans la sculpture, la forme seule nous apparaît ; la peinture ajoute au modèle l'illusion de la couleur et la transparence des tons ; les figures du statuaire ont la justesse du mouvement, la correction et la souplesse des formes ; le peintre anime les siennes, il donne à leurs yeux la lumière et la vie, enfin il fait circuler le sang dans la peau, qu'il semble dérober au modèle vivant.

La *peau* est un tissu membraneux, résistant et flexible, d'une épaisseur et d'une densité variables suivant les régions, qui revêt tout le corps et complète sa forme en adoucissant les contours. Elle adhère et s'unit intimement au tissu cellulaire sous-cutané par des prolongements fibreux. Sur quelques points elle reçoit des insertions aponévrotiques, comme à la paume de la main et à la plante du pied ; sur d'autres, comme au cou, les fibres musculaires s'insèrent au tégument et se mêlent aux fibres de sa couche profonde. On remarque sur la peau des plis, temporaires ou constants, qui, résultant de la flexion des parties ou de la contraction des muscles, deviennent plus prononcés avec l'âge et sont plus ou moins nombreux et profonds suivant la maigreur ou l'embonpoint des sujets.

La peau glisse sur les organes dans des limites va-

riables, selon que le tissu cellulaire qu'elle entraîne avec elle est plus lâche ou plus serré, suivant aussi qu'elle-même est plus mince ou plus épaisse. C'est ainsi que, mobile à la face dorsale de la main et des pieds, à la face antérieure du col, à la surface des membres, elle est presque fixe au crâne, à la paume de la main, à la plante du pied, etc.

Élastique, très extensible et très-résistante, elle supporte, sans se déchirer, des pressions et des chocs violents. Ainsi dans certaines blessures par arme à feu, on voit le projectile pénétrer à travers les vêtements jusqu'à la peau et broyer les organes qu'elle recouvre, sans l'entamer elle-même.

La peau est l'organe du tact, toute sa surface est douée d'une sensibilité qui devient très-délicate sur plusieurs points. Constamment en rapport plus ou moins immédiat avec l'atmosphère, elle transmet à l'économie l'influence des agents extérieurs; enfin, c'est à travers son tissu que sont éliminés en partie les liquides et les gaz qui doivent être rejetés au dehors comme produits ultimes et abandonnés de la nutrition.

Cette fonction d'exhalation continuelle fait de la peau un régulateur de la température du corps. Lorsque, soit par le mouvement, soit par une autre cause interne ou externe, la température de l'organisme s'élève, aussitôt la sueur apparaît, et le refroidissement que détermine son évaporation ramène la température du corps à ses limites normales. Lavoisier a donné le premier cette juste appréciation du rôle de la transpiration, rôle doublement important par ses résultats utiles et par les conséquences fâcheuses qui peuvent résulter de sa perturbation.

Presque entièrement dépourvue du vêtement que la nature a donné aux animaux, la peau de l'homme se colore des nuances les plus riches et les plus variées. Les sensations, les mouvements, les émotions morales ou physiques modifient incessamment la coloration de ce tissu dont la transparence donne aux tons qui l'animent autant de finesse que de vigueur; ce n'est pas, comme dans le plumage des oiseaux ou dans la coquille des mollusques, un assemblage de couleurs vives et souvent sans transition, c'est l'ensemble le plus harmonieux et le plus éclatant à la fois, c'est la lumière dans ses chatoiements les plus doux et dans sa splendeur éblouissante.

En examinant la peau dans son épaisseur, nous voyons d'abord à sa surface une membrane mince, transparente, sorte de vernis organique, destiné à recevoir le contact de l'air et des objets extérieurs, c'est l'*épiderme*. Élastique et très-flexible, il se prête à tous les mouvements de la peau, dont il protége l'exquise sensibilité en même temps qu'il modère sa faculté d'absorber rapidement les gaz et les corps solubles.

Si mince que soit cette membrane, on y distingue une *couche superficielle* ou *cornée* et deux couches profondes. La première, épiderme proprement dit, s'épaissit et devient calleuse sous l'influence du frottement ou de la pression, comme au talon, par exemple.

Les deux autres couches sont le *réseau muqueux* de Malpighi et la *couche pigmentaire;* c'est dans l'épaisseur de cette dernière surtout que se développe la matière colorante de la peau, le *pigment*, substance noire ou brunâtre, plus ou moins abondante suivant les régions du corps, les individus et les races, mais exis-

tant constamment, à l'état normal, chez les Européens comme chez les peuples du Soudan et de l'Australie.

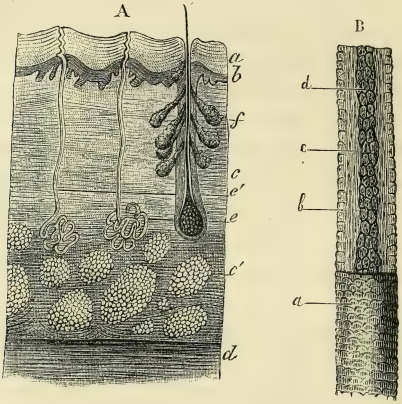


Fig. 11. — La peau.

A Coupe de la peau vue au microscope.
a b Couches superficielles et profondes de l'épiderme.
c Derme.
c' Aréoles de la partie profonde du derme.
d Couche musculaire sous-jacente à la peau.
e e' Glandes sudoripares et conduits sudorifères.
f Follicule pileux et glandes sébacées.
B Cheveu vu au microscope.

La présence du pigment et sa répartition inégale contribuent à la variété des teintes que revêt la peau dans la race blanche.

Sous la couche pigmentaire est le *derme* ou *chorion*, partie la plus épaisse et la plus résistante de la peau. Le derme est blanc, demi-transparent, composé de fibres du tissu cellulaire, fasciculées et très-serrées ; de fibres élastiques, ramifiées et disposées en réseau ; enfin de fibres-cellules contractiles.

Immédiatement au-dessous de l'épiderme, le derme présente à sa surface des *papilles*, petites éminences coniques ou arrondies, formées par l'extrémité périphérique des nerfs et des vaisseaux, et qui se distinguent en papilles nerveuses et papilles vasculaires. Chaque papille nerveuse est surmontée d'un organe qui doit à ses dimensions microscopiques et à sa fonction le nom de *corpuscule du tact*. Les papilles nerveuses, beaucoup moins nombreuses que les autres, n'existent pas sur toute l'étendue de la peau. On les voit à la paume de la main, aux faces palmaires et latérales des doigts, à la plante du pied, à la langue, aux lèvres et sur d'autres points. L'épiderme se moule exactement sur les papilles et forme, en dessinant les sillons qui les séparent, ces méandres gracieux, ces courbes élégantes que l'on remarque surtout à la paume de la main. Très-serrée vers le milieu de son épaisseur, la trame du derme devient de plus en plus lâche en se rapprochant de sa face profonde, elle forme des mailles ou aréoles dans lesquelles se développe du tissu adipeux, enfin elle s'unit intimement au tissu cellulaire sous-cutané dont le derme reçoit et auquel il envoie des prolongements fibreux.

Gratiolet tend à admettre que les papilles, dites nerveuses, sont presque dépourvues de nerfs; il les compare à de petites touches pressant légèrement une surface très-sensible, mais n'y laissant que des impressions limitées.

D'autres liens existent entre le tégument et le tissu cellulaire sous-cutané; ce sont les nerfs et les vaisseaux lymphatiques et sanguins qui partent de la peau ou qui s'y rendent; de plus, des follicules ou des glandes si-

tués dans l'épaisseur du derme, suivant la plupart des auteurs, dans le tissu adipeux sous-cutané, suivant M. Robin, envoient à l'épiderme, par des conduits spéciaux, les produits de leurs sécrétions. Ces conduits traversent en ligne tantôt droite, tantôt flexueuse, toute l'épaisseur de la peau, et donnent passage les uns aux cheveux, à la barbe et aux produits du même genre qui se forment dans le *bulbe* des *follicules pileux*, les autres aux sécrétions des *follicules sudoripares* et des *glandes sébacées*. Les orifices des follicules sudoripares, situés à la base des papilles, exhalent la sueur sous forme de perspiration insensible ou la versent en gouttelettes à la surface de la peau; ceux des glandes sébacées s'ouvrent, les uns dans les conduits pilifères, les autres au niveau de l'épiderme, et fournissent à cette membrane et à ses dépendances une substance grasse qui semble destinée à entretenir leur souplesse et à prévenir leur altération par le liquide sudoral; aussi les glandes sébacées abondent-elles surtout dans les points où la transpiration est le plus active.

De ces follicules, de ces glandes dont le microscope nous fait voir les détails, quelques-uns atteignent la grosseur d'un grain de millet, mais la plupart ont à peine un millimètre de diamètre. Leurs orifices à la surface de l'épiderme, longtemps discutés par les anatomistes, sont maintenant admis. Ce n'était pas à des ouvertures de ce genre que l'on donnait autrefois le nom de *pores*. On supposait que le tissu de la peau présentait des lacunes analogues à celles d'un tamis et que ces interstices donnaient issue aux sécrétions cutanées ; mais ni l'épiderme ni la peau dans son ensemble ne présentent

de lacunes, et l'on voit par ce qui précède en quoi diffèrent et en quoi se rapprochent, sur cette question, les doctrines anciennes et celles d'aujourd'hui.

L'épiderme est considéré par les anatomistes comme imperméable. Cependant l'expérience a démontré que la peau intacte laisse pénétrer dans l'organisme des liquides et des gaz. Si l'on n'admet pas que cette absorption ait lieu seulement par les orifices ouverts à la surface de l'épiderme, et si l'on pense qu'elle se fait par imbibition ou par endosmose, il faut reconnaître que l'épiderme est perméable, du moins dans certaines conditions. Quoi qu'il en soit, la peau n'absorbe pas également dans toute son étendue ; plus l'épiderme est épais, plus l'absorption est lente et difficile; enfin la peau, comme tous les tissus, absorbe certaines substances exclusivement à d'autres.

Nous aurons lieu de revenir sur ces phénomènes en parlant de l'absorption.

Après avoir enveloppé le corps, le peau se replie sur les ouvertures qui donnent accès dans les cavités, et, modifiant sa nature, devient, sous le nom de membrane muqueuse, une peau interne qui présente, comme nous le verrons plus loin, beaucoup d'analogie avec l'externe par sa structure, ses fonctions et le rapport intime qu'établissent entre les deux membranes l'influence réciproque de ces fonctions mêmes et leur solidarité.

CHAPITRE III

Structure du corps. — Os, cartilages, articulations. — Muscles, tendons, aponévroses.

Os. Les os sont la charpente du corps humain. Formés d'un tissu dur et très-résistant, ils entourent plus ou moins complétement de parois solides les cavités renfermant des organes délicats, ils servent d'attache et de soutien aux parties molles et donnent aux mouvements un point d'appui; enfin, par leur résistance, ils maintiennent dans des proportions permanentes les différentes parties du corps.

La substance osseuse se compose de sels calcaires (phosphate et carbonate de chaux) combinés intimement avec des principes organiques dont la décomposition produit la gélatine. Si, par l'immersion de l'os dans l'acide chlorhydrique étendu, on dissout la matière calcaire, la gélatine isolée conserve la forme de l'os dans son intégrité; de même si, par la combustion, on enlève la gélatine, la chaux restée seule présente les dimensions et la forme de l'os normal. A l'état gélatineux l'os est flexible et mou, à l'état calcaire il est dur, rigide et cassant; dans l'os normal, chacune des deux

substances qui le constituent sert de correctif à l'autre, et leurs propriétés réunies donnent au tissu osseux sa résistance élastique et sa solidité.

Dans le tissu osseux, comme dans tous ceux du corps, on reconnaît, surtout pendant la période de développement, un mouvement de composition et de décomposition des molécules, assimilées puis reprises après un certain temps; mais dans aucun organe on n'a pu démontrer aussi bien que dans les os ce double mouvement de la nutrition. Si l'on mêle pendant quelque temps de la garance à la nourriture d'un animal, ses os ne tardent pas à se colorer en rouge, puis redeviennent blancs quand on cesse l'usage de la matière colorante. De plus, si, après avoir donné la garance, puis en avoir suspendu l'usage, on en mêle de nouveau aux aliments, les os présentent une couche blanche entre deux couches rouges, ce qui prouve qu'ils s'accroissent de la circonférence au centre par l'ossification des couches les plus profondes du périoste. Ces phénomènes de formation et de résorption continuelles de substances ne sont plus sensibles dans les os arrivés à leur développement complet; on sait seulement que le plasma, qu'y apportent les vaisseanx, est la condition essentielle de la vie pour le tissu osseux comme pour l'épiderme et les tissus analogues.

On divise les os, suivant leur forme, en os longs, os larges et os courts. Les *os longs*, qui se développent les premiers et le plus rapidement, sont plus denses à leur partie moyenne, ou corps, qu'à leurs extrémités. Le corps de l'os est formé principalement d'une écorce compacte, *tissu éburné*, et percé dans sa longueur du canal médullaire ; les extrémités se composent de *tissu*

spongieux qu'enveloppe une couche mince de tissu éburné. Les os longs concourent à former les membres et le thorax ; destinés à agir comme des leviers ou comme des colonnes, ils sont tordus sur leur axe ou courbés de manière à présenter la plus grande résistance possible à l'effort ou au poids qu'ils doivent supporter.

Les *os plats* contribuent à former les parois des cavités du crâne, de la poitrine et du bassin ; il sont plus minces vers leur milieu qu'à leurs bords et formés de deux feuilles ou tables de tissu éburné adossées et confondues sur quelques points, séparées sur d'autres par une couche de tissu spongieux.

Les *os courts*, de formes très-irrégulières et difficiles à décrire, très-spongieux et relativement légers, se développent tard et lentement ; ils sont disposés en groupes dans les régions où la charpente osseuse doit se prêter à des mouvements restreints et présenter une grande solidité, comme au pied, à la main et à la colonne vertébrale.

On compte cent quatre-vingt-dix-huit os dans le squelette à l'époque où son développement est complet. A la surface des os et notamment aux extrémités des os longs, on remarque des prolongements de formes diverses destinés, soit à l'union des os entre eux, soit à l'insertion des muscles ou des ligaments. Ces prolongements sont les *apophyses*, que les anatomistes distinguent par des noms empruntés à leur position, à leur usage, et souvent à des objets dont elles rappellent plus ou moins exactement la forme.

Le corps des os longs et la partie centrale des os larges se développent avant leurs extrémités et leurs

Fig. 12. — Squelette.

bords. Les extrémités des os longs sont cartilagineuses dans le premier âge ; leurs surfaces articulaires se modèlent dans un cartilage adhérent mais non continu à l'os dont il dépend ; c'est l'*épiphyse*, qui, plus tard, s'ossifie, mais reste incomplétement unie à l'os jusque vers l'âge de vingt ans. Quelques os larges présentent aussi des épiphyses sur une partie de leurs bords.

Une membrane fibreuse, blanche, résistante dans la jeunesse, réduite à une couche mince de tissu cellulaire chez l'adulte et le vieillard, et qu'on nomme le *périoste*, enveloppe les os de toutes parts, sauf dans les points où ils sont revêtus de cartilages et dans ceux où s'attachent les tendons et les ligaments. Le périoste adhère intimement aux os et leur distribue les vaisseaux ramifiés dans son épaisseur. Des observations récentes ont fait voir que le périoste est pour beaucoup dans la régénération partielle des os, à la suite de certaines opérations.

Cartilages. Au système osseux se rattachent les cartilages, formés de ce qu'on peut appeler un tissu de transition entre les substances osseuses et fibreuses. Ce tissu, homogène dans les cartilages vrais, mélangé de substance fibreuse dans les fibro-cartilages, est élastique et flexible, d'un blanc nacré ou jaunâtre. Les cartilages unissent les os entre eux dans les régions où, comme à la poitrine, la charpente osseuse doit se prêter à des mouvements d'expansion ; ils fournissent un squelette flexible à certains organes, comme à l'oreille externe, au nez, aux paupières, au larynx, etc. ; enfin ils jouent un rôle important dans les articulations.

Aucune partie de l'organisme ne démontre mieux que le système osseux le travail de la nature préparant

avec soin, pendant l'enfance, les dons qu'elle doit prodiguer à l'âge adulte et retirer peu à peu à la vieillesse. Chez l'enfant, que protégent les soins maternels et dont la croissance doit être rapide, la gélatine prédomine dans les os, qui sont flexibles et n'ont qu'une résistance proportionnée aux mouvements et aux efforts du premier âge; c'est le rameau plein de séve, mais dont la partie ligneuse est à peine développée. Chez l'adolescent, l'os devient plus solide à mesure que la puissance musculaire augmente: les extrémités, d'abord cartilagineuses, se sont ossifiées; les épiphyses se soudent au corps de l'os, et les cartilages articulaires prennent plus de consistance. Chez l'adulte, enfin, l'os est complet: il peut résister aux efforts musculaires de l'âge viril et fonctionner comme toutes les parties de l'organisme arrivées à leur parfait développement. Mais la vieillesse est venue, les forces décroissent et la nutrition se ralentit; les os deviennent alors plus denses et leur résistance diminue, le canal médullaire s'élargit, la proportion des sels calcaires augmente dans la substance osseuse, plus dure alors, mais aussi plus cassante, et, comme tout s'enchaîne dans les phénomènes de la vie, chez l'enfant les os fracturés se consolident en peu de temps; chez l'adulte la guérison est plus longue, mais généralement facile et complète; chez le vieillard la réunion des fragments et leur consolidation ne s'opèrent qu'avec lenteur ou même ne peuvent s'obtenir. Le rameau délicat, devenu plus tard une branche vigoureuse, n'est plus qu'un bois desséché presque entièrement et que doit atteindre une décomposition prochaine.

Articulations. Les os sont unis entre eux par leurs extrémités ou par leurs bords, de manière à permettre

aux pièces du squelette et aux différentes parties du corps des mouvements plus ou moins étendus. Assemblés par une sorte d'engrenage, par la pénétration d'une saillie dans une cavité appropriée, ou seulement par juxtaposition, ils sont maintenus en rapport soit par l'engagement réciproque des saillies, soit par des enveloppes, *capsules articulaires*, et des *ligaments* d'une nature constante, mais de forme et de disposition différentes suivant les mouvements qu'ils doivent permettre et assurer.

Cet assemblage, cette connexion des os sont ce qu'on nomme les *articulations*. Elles sont classées suivant la forme des surfaces articulaires et suivant l'étendue et la variété des mouvements qui s'y produisent. Au crâne, les os s'articulent par engagement réciproque des dentelures de leurs bords, c'est ce qu'on nomme les *sutures* du crâne ; elles s'ossifient avec l'âge et on peut les considérer comme des articulations temporaires ou plutôt comme une transition entre la séparation des os du crâne et leur unification. Les autres articulations, au contraire, sont permanentes et destinées à laisser aux os qu'elles unissent une mobilité qui dure autant que la vie.

Dans quelques-unes, les surfaces articulaires sont presque planes, d'autres présentent des saillies et des dépressions qui se correspondent : tantôt c'est un segment de sphéroïde sur lequel se moule la cavité qui le reçoit, tantôt un cylindre qui tourne sur son axe dans un anneau, ou une gorge de poulie autour de laquelle glisse une apophyse, ou une mortaise dans laquelle s'emboîte un tenon.

Là, comme dans toutes les œuvres de la nature, on

admire son inépuisable variété de forme et de mécanisme. Sans doute il existe entre certaines articulations des analogies qui permettent de les rapprocher dans une même classe ; mais toutes sont distinctes, comme les os qu'elles réunissent, et présentent comme eux des caractères différentiels. Considérées isolément, elles n'étonnent pas moins par la multiplicité des détails de leur mécanisme, qu'on étudie les plus complexes, ou celles dont les surfaces articulaires ont le relief le moins accidenté. En effet, on ne rencontre sur aucun point de ces surfaces un plan parfait, et les saillies, comme les dépressions, y forment les courbes les plus capricieuses. Ces détails du relief général ne se rapportent d'ailleurs à aucune forme géométrique précise ; ce ne sont ni des cubes ou des sphères, ni des cylindres, des cônes ou des pyramides, quoique le langage anatomique leur applique ces dénominations ; c'est un assemblage, dans la même apophyse ou la même cavité, de surfaces courbes empruntées aux solides les plus dissemblables, réunies sous les angles les plus variés et modelées en sinuosités qui échappent à la description géométrique.

A ces caractères distinctifs les articulations en réunissent d'autres qui leur sont communs. On trouve dans toutes les articulations mobiles des cartilages qui revêtent les parties osseuses ; toutes ont pour moyen d'union des ligaments spéciaux et sont tapissées d'une membrane synoviale dont nous indiquerons plus loin les fonctions.

Le poli des *cartilages articulaires* facilite le glissement et rend plus doux le frottement des extrémités osseuses, en même temps que leur élasticité diminue la

pression et amortit les chocs qui ont lieu dans l'articulation ; aussi l'épaisseur de ces cartilages est d'autant plus grande que les surfaces articulaires sont plus mobiles ou soumises à une pression plus considérable, et c'est au centre des parties convexes et sur les bords des cavités que le cartilage est le plus épais. Les cartilages articulaires ne s'ossifient jamais, différant en cela de ceux qui, comme au thorax, établissent la continuité des os et jouent le rôle d'os flexibles. Ces derniers sont les *cartilages d'ossification;* les autres, d'une organisation différente et ne recevant pas de vaisseaux, ont été comparés à l'émail des dents; ils sont, en effet, comme cet émail et d'autres productions analogues, composés d'une substance presque inorganique, et les lésions mécaniques sont les seules qu'ils aient à redouter.

Partout où, dans l'économie, des surfaces se meuvent les unes sur les autres, elles sont tapissées de membranes qui sécrètent un liquide dont les qualités diffèrent selon qu'il y a simple glissement ou frottement des organes. A l'intérieur des articulations, les membranes désignées sous le nom de *synoviales* sécrètent un liquide nommé *synovie*, parce que ses caractères physiques rappellent ceux du blanc d'œuf. La synovie est pour les articulations ce que l'huile est aux rouages d'une machine : incessamment versée entre les surfaces, elle les lubrifie et rend encore plus doux les frottements déjà si faciles, grâce au poli des cartilages; elle entretient de plus la souplesse et l'élasticité de ces derniers, qui, s'ils n'étaient plus arrosés de ce liquide onctueux, s'useraient bientôt et rendraient les mouvements impossibles. C'est ce que l'on voit ar-

river dans certaines maladies et quelquefois dans l'âge avancé.

Nous avons dit que les articulations avaient pour moyen d'union des *ligaments*. On nomme ainsi des faisceaux ou des membranes composés de tissu fibreux, flexibles et inextensibles. Les ligaments qui se présentent sous forme de faisceaux ou de bandelettes sont tantôt parallèles, tantôt entre-croisés et placés soit entre les surfaces articulaires, soit à leur pourtour. Dans ce dernier cas, leur face interne est tapissée d'une membrane synoviale intimement adhérente. Les ligaments s'attachent aux os, plus ou moins loin du cartilage articulaire, et leur adhérence est tellement forte, qu'il est plus facile de rompre l'os ou le ligament que d'arracher ce dernier du point où il est implanté. Les ligaments de forme membraneuse (*ligaments capsulaires* ou *capsules fibreuses*) sont comme des manchons dont les deux ouvertures adhèrent aux os qu'ils unissent. On considère aussi comme des ligaments les bourrelets fibreux qui couronnent le pourtour de certaines cavités articulaires, en augmentent la profondeur et donnent une plus grande solidité à leurs bords, sur lesquels l'extrémité osseuse, qui y est reçue, exerce une pression considérable.

Tel est l'ensemble des appareils que comprennent les articulations. Les machines les plus parfaites que l'homme ait pu construire ne sauraient se comparer pour la délicatesse, la précision et la variété de leurs organes et de leurs mouvements, au mécanisme admirable dont nous venons de donner une idée sommaire. Même dans leurs parties les plus compliquées, les machines inventées par l'homme n'offrent rien que de

simple et d'une précision mathématique impossible à méconnaître, car toutes les surfaces y sont conçues et tracées géométriquement. Dans les articulations, au contraire, tout semble vague, incertain comme lignes ou comme surfaces, et quand on examine une extrémité

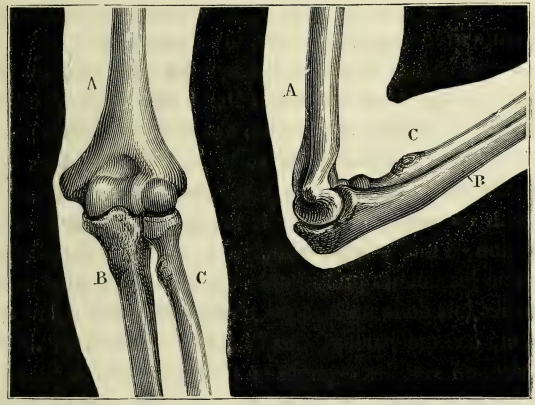


Fig. 13. — Articulation du coude.
A Humérus. — B Cubitus. — C Radius.

articulaire, par exemple l'extrémité inférieure de l'humérus, on serait tenté de croire, au premier abord, que ces saillies et ces dépressions non symétriques, ces gorges de poulie incomplètes et cet ensemble indéfinissable dans son irrégularité, appartiennent à une œuvre déformée ou modelée au hasard, par un esprit peu lucide ; mais en voyant fonctionner l'articulation du coude, mise à découvert par l'anatomiste, on reconnaît que c'est à l'irrégularité même des extrémités os-

seuses, à la multiplicité de leurs détails, à l'absence de symétrie, à l'étendue plus ou moins limitée de leurs surfaces articulaires, qu'est due la variété des mouvements, et l'on ne peut assez admirer cet ensemble si complexe, mais si justement calculé pour donner aux mouvements de l'avant-bras la précision, la solidité, la rapidité la plus grande, et pour combiner ces mouvements avec ceux du bras et de la main.

De même, si des articulations les plus mobiles on passe à celles dont les mouvements sont nuls ou très-limités, la parfaite coaptation des surfaces, leurs puissants moyens d'union, la solidarité des os dans les mouvements soit qu'ils y prennent part, soit qu'ils servent de points d'appui, tout paraît, à l'égard de la fonction, d'une grande simplicité, quoique l'ensemble comme les détails présentent l'application la plus délicate des lois de la mécanique et de la statique. Ajoutons qu'ici, comme partout dans l'étude des œuvres de la nature, on voit les organes se développer et se perfectionner de l'état embryonnaire à l'état parfait, dans l'exercice et sous l'influence de leurs fonctions mêmes. Mais, en dehors de ce que la vie ajoute d'inimitable aux créations naturelles, même en les considérant comme inorganiques, le mécanisme des articulations laisse bien loin tout ce que l'art et la science ont produit de plus ingénieux.

La distance nous paraîtra plus grande encore lorsque, au lieu de combinaisons de surfaces et de leurs moyens d'union, nous étudierons l'action des muscles et les transformations qui s'opèrent incessamment dans les organes de la digestion et de la respiration. En dévoilant à l'homme une partie de ces mystères, les pro-

grès de la science ne peuvent que les lui faire admirer davantage. Que serait-ce si la vie, ce mouvement dont il a conscience et dans lequel il est entraîné avec tous les êtres organisés, pouvait cesser d'être pour lui un secret impénétrable!

Muscles. Réunis par les articulations, les os du squelette dans leur ensemble se rapprochent déjà de la forme du corps. Mais à ces os, pour se mouvoir, à ces articulations, pour entrer en jeu, il faut l'appel d'une force extérieure. Isolément le squelette, si l'on veut nous permettre une comparaison très-familière, représente assez bien la marionnette, le pantin dont les différentes pièces sont mises en mouvement par des fils. Ces fils moteurs du squelette, ce sont les muscles.

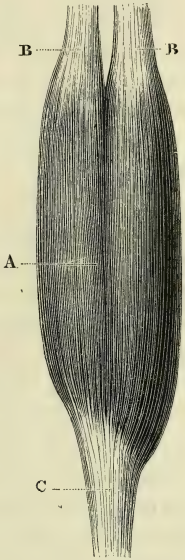


Fig. 14. — Muscle biceps brachial.

A Corps du muscle.
B B Tendons supérieurs.
C Tendon inférieur.

On donne le nom de *muscles* à des masses d'un tissu coloré en rouge et qui constitue la chair. Nous avons dit précédemment quels sont les éléments du tissu musculaire et comment ses faisceaux primitifs et microscopiques, réunis en faisceaux secondaires, deviennent les fibres musculaires ou charnues que l'œil distingue facilement.

Ces fibres sont parallèles ou divergentes, suivant les muscles, et se groupent sous différentes formes. Tantôt

c'est un ruban (muscles couturier, sterno-hyoïdien... etc.), tantôt une toile à trame plus ou moins serrée (peaucier, transverse de l'abdomen...) ; ici le muscle, renflé à sa partie moyenne, effilé à ses extrémités, se rapproche de la forme d'un fuseau (biceps, droit antérieur de la cuisse) ; ailleurs il se développe en éventail (temporal, obturateur) ou en anneau (orbiculaire des lèvres) ; dans d'autres cas, les fibres convergent comme les rayons d'un cercle (diaphragme), ou sont disposés parallèlement comme les barbes d'une plume (droit antérieur, extenseur des doigts) ; enfin certains organes, le cœur par exemple, ne sont qu'un muscle, ou plutôt un ensemble de muscles intimement unis.

Les muscles déterminent la forme et le volume du corps et surtout des membres. C'est principalement de leurs saillies que dépend le modelé ; aussi le voit-on changer incessamment selon qu'ils agissent ou demeurent au repos. Ils sont disposés par couches profondes ou superficielles et réunis en groupes ou isolés par des gaînes et des cloisons membraneuses. Leur couleur varie du rouge intense au rose pâle, suivant les régions qu'ils occupent, l'âge, le sexe, la constitution et la richesse du sang ; plus les muscles ont de force, plus ils sont rouges, et leur teinte devient plus foncée sous l'influence de l'exercice.

On compte environ trois cent cinquante muscles dans le corps humain, et l'anatomie les distingue par des noms empruntés à leur forme, à leur siége, à leurs fonctions, ou à leurs attaches. Les uns se fixent à la peau, comme plusieurs des muscles de la face : d'autres s'attachent à des muscles voisins, ainsi qu'on le voit à la face et à la langue ; d'autres enfin à des cartilages, et

le plus grand nombre aux os par le moyen des tendons ou des aponévroses dont nous allons parler.

Tendons, *aponévroses*. Dans la plupart des muscles, on distingue une partie charnue, qui les constitue essentiellement, et une partie fibreuse appelée *tendon* ou *aponévrose* suivant sa forme. Les tendons sont des cordons fibreux de longueur variable, de forme arrondie ou rubannée, d'un blanc nacré, attachés aux os par une de leurs extrémités, unis par l'autre aux fibres musculaires. Les aponévroses ne sont autre chose que des tendons larges et minces, sorte de toiles ou de bandelettes fibreuses qui font suite aux muscles, les séparent en manière de cloisons ou les enveloppent et les réunissent en faisceaux. Les fibres tendineuses se développent en général dans l'épaisseur de la partie charnue ou à sa surface, dont elles recouvrent une certaine étendue; elles sont, dans le premier cas, comme engaînées par le muscle; dans le second, elles le revêtent d'une sorte de fourreau. Cet engagement réciproque donne à l'ensemble une grande solidité.

Fig. 15. — Partie inférieure de la jambe.
A Tendon d'Achille.

Le muscle et le tendon s'unissent par adhérence immédiate des extrémités de leurs fibres, qui se font suite en ligne droite, ou par insertion des fibres charnues à un point quelconque de la longueur du tendon, sous

des angles variables mais n'excédant jamais 45 degrés. Telle est la force d'adhésion entre les deux tissus, que les violences extérieures et les plus grands efforts ne la surmontent presque jamais, et que le muscle ou le tendon se rompent plutôt que de se séparer à leurs points d'union. Nous avons déjà signalé, en parlant des ligaments articulaires, ce fait remarquable de l'adhésion de deux tissus organiques plus forte que la cohésion respective de ces tissus.

Les tendons et les aponévroses, très-flexibles, mais complétement inextensibles, présentent une grande résistance à la traction dans le sens de leur longueur. C'est une des conditions nécessaires au rôle qu'ils jouent comme intermédiaire entre l'organe moteur et le point à mouvoir.

De même que les cartilages d'ossification, les tendons peuvent être considérés comme un tissu de transition; ils s'ossifient partiellement avec l'âge dans leurs points d'insertion aux os, mais on ne les voit pas, dans l'espèce humaine, se transformer complétement, sur toute leur longueur, comme chez quelques animaux, les gallinacés par exemple, en une tige osseuse. La souplesse et la variété des mouvements ne s'accorderaient pas avec cette transformation et, parmi les caractères différentiels que Platon pouvait ajouter à sa fameuse définition de l'homme, celui-là aurait suffi pour empêcher Diogène de dire en montrant un coq plumé : « Voilà l'homme de Platon ! »

Un tendon relativement grêle suffit à transmettre la force motrice que développe une certaine masse de fibres contractiles; aussi la portion charnue des muscles dépasse-t-elle de beaucoup en volume les tendons et les

aponévroses. Si les fibres musculaires s'attachaient aux os directement et sans intermédiaire, la surface des os ne suffirait pas aux attaches des muscles ; mais cette insertion immédiate à de larges surfaces est réservée à quelques-uns des muscles seulement ; les autres s'attachent par leurs aponévroses ou leurs tendons sur des espaces restreints.

Les muscles sont à la fois contractiles et extensibles. Par la contraction le muscle se raccourcit et son épaisseur augmente en même temps que sa longueur diminue ; au repos, il est mou et dépressible ; par la contraction il devient dur et résistant. On peut constater facilement ces modifications successives en appliquant la main sur le trajet d'un muscle superficiel, par exemple à la partie antérieure du bras, sur le biceps ; tant que l'avant-bras reste étendu, le biceps est peu saillant et cède à la pression ; il se gonfle, au contraire, devient résistant et forme une saillie prononcée en se contractant pour fléchir l'avant-bras.

La contraction d'un muscle peut aussi avoir lieu sans qu'il se raccourcisse. Quand, par exemple, l'avant-bras est étendu sur le bras, si les muscles extenseurs s'opposent en se contractant à la flexion, le biceps et le brachial antérieur, muscles fléchisseurs, peuvent se contracter sans que leurs extrémités se rapprochent.

Glisson, Borelli et d'autres anatomistes avaient cru reconnaître que, pendant la contraction, le muscle augmentait de volume ; mais des expériences ultérieures, confirmées par celle de Prévost et Dumas, ont démontré qu'il ne gagne en épaisseur que ce qu'il perd en longueur et que son volume absolu ne change pas.

Dans la contraction, les fibres musculaires deviennent

flexueuses, ondulées, et des rides se forment à la surface du muscle ; en même temps, une sorte de tremblement agite sa masse entière, dont la température s'élève. Becquerel et Breschet ont reconnu que cette élévation de la température peut aller jusqu'à $\frac{5}{10}$ de degré.

A la contraction de certains muscles répond nécessairement l'inertie ou même l'allongement des muscles antagonistes ; ainsi, quand l'avant-bras est fléchi sur le bras, ou la jambe sur la cuisse, les extenseurs de l'avant-bras et de la jambe se prêtent au mouvement et s'allongent en vertu de leur extensibilité. De même, la toile musculaire qui concourt à former les parois de certains organes, comme l'estomac et l'intestin, se laisse distendre par les liquides et les aliments ou par les gaz qui s'y développent. Le flûteur antique maintenait à l'aide d'une courroie ses joues distendues. Ainsi la contractilité des muscles est en lutte incessante avec leur extensibilité. Mais si, pendant la contraction de certains muscles, des fléchisseurs du bras, par exemple, les muscles antagonistes, les extenseurs, sont dans le relâchement et ne s'opposent pas au mouvement, ils le régularisent néanmoins en vertu d'une propriété qu'on nomme la *tonicité musculaire* et qui donne à leur tissu, même non contracté, une certaine résistance. Aussi lorsqu'un groupe de muscles est paralysé, les muscles antagonistes déterminent par leur contraction un mouvement saccadé qui n'a plus de régularité.

En se contractant. les muscles agissent sur les os comme sur des leviers, et, par conséquent, avec d'autant moins de puissance que la direction du muscle est plus oblique par rapport à l'os. Cependant la plupart des muscles s'insèrent aux os sous un angle aigu et leur

direction est très-oblique par rapport au levier qu'ils doivent mouvoir. Il en résulte une perte de force, mais cette perte est compensée par le volume des muscles, c'est-à-dire par le nombre des fibres dont ils se composent.

La plupart des muscles subissent d'ailleurs des déviations ou des réflexions autour des articulations. Quelques-uns prennent même une direction perpendiculaire à leur direction primitive en se réfléchissant sur des crochets osseux ou sur des gorges de poulies. Les apophyses ou les saillies qui leur donnent attache leur permettent d'agir sous un angle plus ouvert et plus favorable que l'angle initial, cet angle s'ouvre davantage à mesure que l'os obéit à la force qui le sollicite; enfin, la direction du muscle par rapport à l'os varie suivant les attitudes. Ces dispositions sont toujours appropriées au genre de mouvement à exécuter, à l'étendue, à la rapidité qu'il doit avoir, à la force qu'il exige; toujours elles sont combinées de manière à obtenir le maximum d'effet utile. Ainsi, dans la flexion de l'avant-bras, dans l'élévation du bras, les os fonctionnent comme des leviers du troisième genre. Les muscles biceps, brachial antérieur et deltoïde agissent sur des bras de leviers très-courts et dans une direction initiale presque parallèle à l'os, mais qui lui devient bientôt perpendiculaire. Ici l'étendue et la rapidité du mouvement importent surtout, la force ne vient qu'en seconde ligne. Faut-il soulever le corps sur la pointe du pied, le mouvement est plus limité, mais il exige un grand déploiement de force; les muscles jumeaux et soléaire, qui forment le mollet, s'insèrent par le tendon d'Achille, le plus considérable de l'éco-

nomie, à l'extrémité postérieure du calcaneum, et perpendiculairement à son axe, le jambier postérieur et les fléchisseurs des orteils, passant derrière la malléole interne, sous le calcaneum et sous l'astragale, comme dans une gorge de poulie, viennent s'insérer à la face plantaire du scaphoïde et aux dernières phalanges des orteils, et ces muscles agissent sur le pied, qui fonctionne comme un levier du deuxième genre, c'est-à-dire dans les conditions les plus favorables à la puissance représentée par la contraction musculaire.

CHAPITRE IV

Colonne vertébrale. — Thorax. — Membre supérieur; épaule, bras, avant-bras, main. — Membre inférieur; hanche, cuisse, jambe, pied.

Colonne vertébrale. La colonne vertébrale est comme la pièce fondamentale à laquelle viennent s'adapter les autres parties du squelette. Composée de sept vertèbres cervicales, douze vertèbres dorsales et cinq vertèbres lombaires, que viennent prolonger l'os sacrum et l'os coccyx, la colonne vertébrale est parcourue dans sa longueur par le *canal vertébral*, ou *rachidien*, qui loge la moelle épinière et communique avec la cavité du crâne. Chaque vertèbre se compose d'un corps, de deux apophyses articulaires, de deux apophyses transverses et d'une apophyse épineuse. Le *corps*, partie antérieure de la vertèbre, est cylindroïde et forme une des assises de la colonne; les *apophyses articulaires*, placées latéralement, unissent les vertèbres entre elles; les *apophyses transverses* donnent attache à des muscles, à des ligaments et, dans la région dorsale, aux côtes; l'*apophyse épineuse*, partie postérieure de la vertèbre, concourt à former cette série de saillies qui ont fait donner à la colonne vertébrale le nom d'*épine* ou de *rachis;* la base

de l'apophyse épineuse se bifurque en deux *lames* qui complètent l'anneau ou *trou vertébral* formé par chaque vertèbre et dont le vide est un segment du canal rachidien.

Des ligaments nombreux et puissants concourent à l'articulation des vertèbres. Entre les corps sont placés des disques fibreux, en forme de lentilles, adhérant intimement aux surfaces articulaires, formés de couches concentriques et contenant vers leur centre une substance spongieuse, pénétrée d'un liquide analogue à la synovie. Ces disques, ou *ligaments intervertébraux*, outre qu'ils relient entre eux les corps des vertèbres, ont pour fonction d'atténuer les chocs et la pression qui résulte du poids des parties supérieures ; ils s'affaissent et diminuent d'épaisseur pendant la station, ce qui cause dans la taille une différence qui peut être de $0^m,02$ à $0^m,03$ entre le matin et le soir, mais le repos au lit rend aux disques fibreux leur épaisseur première.

Entre les lames des vertèbres s'étendent les *ligaments jaunes*, remarquables parmi ceux du corps en ce qu'ils sont formés d'un tissu élastique qui se prête aux flexions de la colonne vertébrale. D'autres ligaments, inextensibles, enveloppent le rachis en tout sens et donnent à son ensemble une très-grande solidité.

La colonne vertébrale présente trois courbures : deux en arrière, dans les régions cervicale et lombaire, une en avant, dans la région dorsale. Les ligaments qui unissent ses assises lui permettent une flexibilité très-limitée dans la région dorsale supérieure, plus étendue au col et aux lombes, et des muscles puissants lui donnent au besoin une grande rigidité. Enfin, elle doit à ses courbures et au mécanisme très-compliqué de ses

articulations une grande force de résistance dans le sens vertical.

Sur la première vertèbre cervicale, qu'on nomme l'*atlas*, repose en équilibre la tête, dont l'articulation avec la colonne vertébrale se prête à des mouvements étendus, en même temps que des ligaments et des muscles d'une grande force lui donnent beaucoup de solidité.

Thorax. Les côtes s'articulent avec les apophyses transverses des vertèbres dorsales, et viennent, au nombre de douze de chaque côté, s'unir par des cartilages au *sternum*. Des muscles remplissent les interstices de cette cage osseuse ou la recouvrent et forment avec elle les parois de la poitrine, nommée aussi *thorax* ou *cavité thoracique*, qui renferme les poumons et le cœur. La flexibilité des cartilages costaux et la mobilité des articulations des côtes avec le rachis permettent au thorax les mouvements respiratoires d'expansion et de retour sur lui-même.

Membre supérieur. Vers le sommet du cône formé par la poitrine, s'attache le *membre supérieur* ou *thoracique*. Il se compose de quatre parties : l'épaule, le bras, l'avant-bras et la main. Les deux os de l'*épaule*, qui sont l'*omoplate*, fixée par des muscles à la partie supérieure du dos, et la *clavicule*, qui s'étend du sternum à l'omoplate, embrassent le haut de la poitrine. A l'angle formé par le bord supérieur et le bord externe de l'omoplate, une surface articulaire, la *cavité glénoïde*, reçoit l'extrémité supérieure ou *tête* de l'*humérus*, l'os du *bras*, qui s'articule au coude, avec le

cubitus et le *radius*, les deux os de l'avant-bras ; ceux-ci forment avec les os du *carpe* l'articulation du poignet, qui réunit l'avant-bras à la main. Le deltoïde, le grand dorsal, le grand pectoral et d'autres muscles moins puissants concourent à former l'épaule et donnent le mouvement à l'humérus. Le triceps brachial, le biceps, etc., qui entourent l'humérus, fléchissent ou étendent l'avant-bras et le font tourner sur son axe. Enfin des muscles nombreux revêtent les os de l'avant-bras et font mouvoir la main.

L'articulation de l'humérus avec l'omoplate, ou *articulation de l'épaule*, est, de toutes, celle qui permet les mouvements les plus étendus. Le peu de profondeur de la cavité glénoïde laisse à la tête hémisphérique de l'humérus une grande liberté de mouvement; ainsi le bras suspendu le long du corps, à l'état de repos, peut s'élever dans la verticale jusqu'à toucher la tête, se rapprocher, en avant, de la poitrine et presque s'y appliquer ; se diriger en arrière, mais dans des limites plus restreintes, tourner sur son axe dans toutes ces positions, enfin, dans le mouvement de circumduction, décrire un cône très-aplati et dont la base se rapproche, surtout en avant, du plan vertical.

L'*articulation du coude* est une des plus compliquées de l'économie. Les extrémités inférieures de l'humérus et supérieures du cubitus et du radius s'adaptent et s'engrènent l'une dans l'autre par une série de surfaces arrondies et de gorges de poulies qui permettent à l'avant-bras de se fléchir en avant sur le bras, tandis qu'une apophyse du cubitus, l'*olécrâne*, qui forme la partie saillante du coude, limite le mouvement en arrière en s'appuyant dans une cavité de l'humérus. C'est

à l'olécrâne que s'insère le tendon du triceps brachial, principal extenseur de l'avant-bras ; nous verrons plus loin quelle analogie cette apophyse présente avec la rotule.

Les mouvements de l'*avant-bras* multiplient singulièrement ceux du bras dans leur application. Le radius et le cubitus peuvent se rapprocher de l'humérus par la flexion ; de plus, le radius tourne sur son axe sans que l'humérus ni le cubitus prennent part à ce mouvement, que l'on nomme *supination* ou *pronation*, suivant que la paume de la main regarde en haut ou en bas.

Mais ce qui fait du membre thoracique un organe parfait, ce qui motive ses mouvements si variés, si étendus, et leur donne toute leur valeur, c'est la main, instrument admirable qui, dans sa perfection, n'appariennt qu'à l'espèce humaine.

La *main* est d'une forme élégante et belle. Son isolement, ses contours arrêtés mais sans roideur, la délicatesse de son modelé, la mobilité de ses différentes parties et la variété de leur coloris en font comme un être à part dans le corps humain et lui donnent de l'expression et de la physionomie. Complétement développée dans ses détails dès la première enfance, elle présente alors une ravissante miniature, source inépuisable d'étude pour l'artiste. La structure de la main a même conduit plusieurs philosophes à penser que l'homme lui devait uniquement sa supériorité sur les animaux, et à lui attribuer la plus grande influence sur les facultés intellectuelles. L'étude de l'homme montre qu'il faut renverser la proposition. La main n'est que l'instrument de l'intelligence, la perfection de l'une est nécessairement liée à celle de l'autre, et la main de

l'homme, comme tout son être, n'a rien d'égal dans le règne animal.

Quant à voir dans la perfection plus ou moins grande de la main un signe du degré plus ou moins élevé de l'intelligence, au point de distinguer la main d'un homme d'esprit ou de génie de celle d'un sot ou d'un homme médiocre, c'est une thèse qui, présentée d'une manière spécieuse, peut être accueillie comme un sujet de rapprochements curieux, mais seulement à ce titre. En effet, si chez l'idiot la main est mal développée de même que le cerveau, si l'on a cru voir dans l'arrêt de développement des doigts ou dans la présence de doigts surnuméraires un signe de dégénérescence de la race, peut-on en conclure que la perfection des membres thoraciques soit de règle, comme on l'a dit, chez les hommes éminents? Il n'est pas besoin de remonter à Ésope pour trouver un grand esprit dans un corps difforme : Condé, Luxembourg, Pope et d'autres hommes célèbres ou illustres étaient atteints de rachitisme, et l'on sait qu'une main trop longue et noueuse est un des signes les plus constants de cette affection. Si l'homme d'une intelligence inférieure a souvent la main épaisse et dénuée de souplesse, c'est que souvent aussi, né dans des conditions qui lui imposent un rude labeur, il a reçu comme héritage, avec le métier de son père, cette lourdeur de formes qui en est la conséquence. L'homme que sa condition n'oblige pas à un travail manuel a toujours la main plus fine et plus souple que celle de l'ouvrier; il transmet à ses enfants ce détail de conformation aussi bien que sa ressemblance en général. La finesse des extrémités, élément principal de leur élégance, est donc un signe de race bien plutôt que

d'intelligence; elle appartient en propre aux Orientaux. La main d'un Européen ne peut pénétrer dans la garde d'un sabre ou d'un poignard de l'Inde; en conclura-t-on que l'Anglo-Saxon ou le Normand ont moins d'intelligence que l'Arabe ou l'Indou!

Il nous souvient d'avoir entendu raconter à de Blainville que Récamier attachait une certaine importance à la forme de la main et avait coutume d'examiner à ce point de vue celle de ses élèves. La mienne, ajoutait-il, dut, comme les autres, se soumettre à l'appréciation du maître, et cet examen ne me fut pas défavorable. Récamier était présent et confirma le récit de l'ancien élève de l'Hôtel-Dieu, devenu un grand naturaliste; or la main de de Blainville n'était ni fine ni très-élégante, c'était une main assez bien faite, vigoureuse et musclée comme le corps dont elle dépendait, également habile du reste à tenir l'épée, le crayon et le scalpel.

L'*articulation du poignet*, qui unit la main à l'avant-bras se rapproche par son mécanisme de celle de l'épaule. Huit os, de formes différentes et très-compliquées, constituent le poignet ou *carpe ;* trois de ces os servent à l'articulation de la main avec l'avant-bras, les autres s'articulent avec les cinq os du *métacarpe*, paume ou partie moyenne de la main, auxquels viennent s'attacher les doigts, composés de deux phalanges pour le pouce et de trois phalanges pour l'index, le médius, l'annulaire et l'auriculaire.

Les trois premiers os du carpe sont groupés de manière à présenter du côté de l'avant-bras une masse ellipsoïde, un condyle que reçoit la cavité elliptique formée par les extrémités inférieures du radius et du cubitus. La tête hémisphérique de l'humérus peut tourner sur

son axe dans la cavité glénoïde ; ce mouvement de rotation, la forme allongée du condyle carpien ne le permet pas à la main, mais la rotation du cubitus y supplée et la main tourne, avec l'os qui lui donne attache, dans

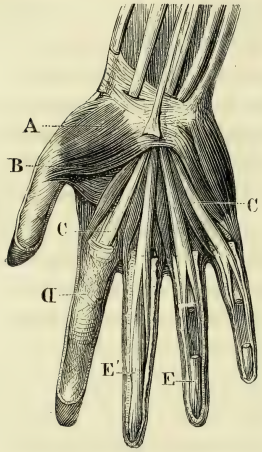


Fig. 16. — La main, face palmaire.

A Muscle court abducteur du pouce, au-dessus et en dehors duquel on voit l'opposant.
B Court fléchisseur du pouce..
C C Tendons du fléchisseur superficiel des doigts.
D Gaîne des tendons.
E E' Tendons du fléchisseur profond.

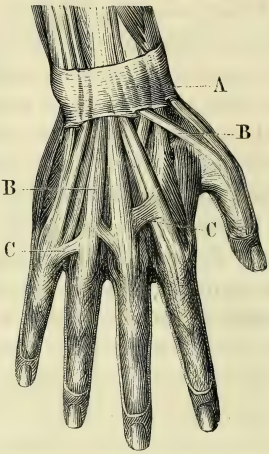


Fig. 17. — La main, face dorsale.

A Ligament annulaire du carpe.
B B Tendons de l'extenseur commun des doigts.
C C Expansions tendineuses reliant les tendons.

la supination et la pronation ; de plus, elle se meut isolément dans la flexion en avant, en arrière et latéralement ; dans la circumduction, elle décrit un cône et peut exécuter beaucoup d'autres mouvements d'ensemble ou de détail.

Les muscles nombreux qui déterminent ces mouvements présentent un mécanisme fort compliqué. Leurs tendons sont ou entrelacés ou reliés entre eux par des bandelettes et des fibres aponévrotiques, d'où résulte une solidarité d'action plus ou moins complète. Aussi plusieurs mouvements sont-ils difficilement accomplis par un seul doigt sans que les autres y prennent part, c'est ce qu'on observe dans l'exécution de la musique instrumentale ; mais l'exercice donne à ces mouvements une parfaite indépendance. Le mécanisme des mouvements de la main a été singulièrement éclairé par les travaux récents de M. Duchenne (de Boulogne), qui est parvenu à préciser, au moyen de l'électricité, l'action des différents ordres de muscles et de chacun d'eux en particulier.

Gerdy comptait trente-quatre mouvements distincts de la main ; si l'on tient compte des combinaisons de ces divers mouvements entre eux, on arrive à un chiffre bien plus élevé. L'opposition du pouce aux autres doigts réunis ou isolés est, de tous ces mouvements, celui qui caractérise surtout la main de l'homme, chez qui seulement il existe dans sa perfection. Cette fonction du pouce tient à sa longueur, à ce que le premier métacarpien n'est pas placé dans le même plan que les quatre autres, comme chez le singe, et à l'action d'un muscle, le long fléchisseur du pouce, particulier à la main humaine. Ce muscle complète l'action des autres moteurs du pouce et permet à l'homme de tenir une plume, un burin, une aiguille ; il donne à sa main l'adresse nécessaire à l'exécution des travaux les plus délicats, il est comme l'attribut de son intelligence. La main de l'homme au repos se présente dans l'attitude d'une

demi-opposition du pouce : il n'en est pas ainsi de celle des singes, même les plus rapprochés de l'espèce humaine. Chez ces animaux le pouce est opposable, mais beaucoup moins parfaitement que chez l'homme, et les cinq os du métacarpe étant placés dans le même plan, tous les doigts peuvent se poser à plat sur le sol pendant la marche, à laquelle les quatre membres prennent toujours part. La main proprement dite appartient donc à l'homme seulement et sa conformation ne permet pas de la considérer comme un organe de locomotion normale. Elle peut tour à tour présenter une surface plane, s'arrondir en cylindre, se creuser en gouttière, faire des doigts écartés autant de rayons divergents, et constituer, suivant l'expression de de Blainville, un compas à cinq branches ; elle réunit ses doigts en cône, en sphéroïde, etc. ; enfin elle peut atteindre toutes les régions du corps.

La main est l'organe essentiel du toucher et de la préhension. Ces fonctions sont dévolues principalement à sa face antérieure ou palmaire, pourvue de papilles nerveuses qui abondent surtout à l'extrémité des doigts et forment sous l'épiderme des sillons aux courbes élégantes. Les tendons y sont nombreux et réunis par des connexions multipliées ; de fortes aponévroses, des gaînes où glissent les tendons consolident le tégument et concourent à donner aux diverses parties de l'organe la solidarité dans les mouvements d'ensemble, l'indépendance dans les mouvements partiels. Une couche de tissu adipeux très-serré protége, sans atténuer sa force ou sa délicatesse, ce réseau de muscles, de vaisseaux et de nerfs, cet appareil qui tantôt effleure à peine les corps et tantôt les étreint sous une pression violente. La main

peut, en effet, devenir une pince délicate ou un étau puissant; elle conduit le burin du graveur, qui laisse derrière lui le trait le plus délié, et la bisaiguë du charpentier ou la cognée du bûcheron, qui frappe avec autant de force que d'adresse. Les doigts du matelot renouent de lourds cordages et ceux de l'opticien tendent, sans les rompre, les fils d'araignée d'un réticule. Le même organe peut tenir une baguette, un bâton, une épée, un marteau, une plume. Il se moule sur les corps pour en apprécier la forme, il vient en aide à l'œil en complétant ou rectifiant ses impressions et peut même le suppléer à certains égards ; ainsi le doigt du médecin perçoit à la surface des organes les moindres détails du relief; ainsi la main de Michel-Ange suivait avec passion les contours du torse antique que les yeux du grand artiste ne pouvaient plus contempler.

Mais rien ne donne une idée plus complète de la perfection du mécanisme de la main que l'exécution de la musique instrumentale. Examinez un artiste qui joue du violon. Ses doigts appuient sur les cordes en leur laissant exactement la longueur nécessaire au son qu'elles doivent rendre. Un demi-millimètre en plus ou en moins altère beaucoup la justesse du son, un millimètre d'écart produit une note fausse à l'oreille la moins exercée. Mais les doigts tombent sur le manche précisément au point exigé, ils courent sur les cordes en se succédant avec une rapidité vertigineuse, suivant toutes les combinaisons imaginables, et cependant la main, glissant le long du manche, change incessamment de position ; tantôt un seul doigt fait entendre une note isolée, tantôt deux ou trois agissent simultanément pour produire un accord, pendant qu'un quatrième,

frappant la corde avec une rapidité croissante, fait retentir un trille qui défie ceux du rossignol. Ce n'est pas tout encore. L'autre main tient l'archet et il faut que les mouvements du bras droit soient d'accord avec ceux de la main gauche, il faut entre les mouvements de l'une et de l'autre main une coïcidence mathématiquement exacte. Ajoutez maintenant toutes les modifications de mouvement nécessaires pour produire les *piano* et les *forte*, pour enfler ou laisser mourir le son, en un mot tout ce qui constitue l'expression musicale, et vous conviendrez que ce mécanisme tient du prodige et dépasse tout ce que l'art humain peut produire de plus parfait.

L'agilité, la souplesse des mains, la concordance et l'indépendance de leurs mouvements ne sont pas moins remarquables dans le jeu du pianiste. Comment ne pas admirer ces deux mains occupées le plus souvent ensemble et dont l'action alterne ou coïncide avec tant de précision et de rapidité : toutes deux font en moyenne six à huit notes à la fois, s'éloignant, se rapprochant, se croisant et mêlant sur le clavier leurs doigts qui se meuvent comme si chacun d'eux était complétement indépendant de tous les autres. Un pianiste habile fait dans les traits en gamme 640 notes par minute en vitesse moyenne, et 960 en vitesse extrême. Ces chiffres donnent une idée de la rapidité de mouvement à laquelle peut arriver la main de l'homme.

Serviteur dévoué du corps, la main qui le nourrit sait aussi le protéger. On dit que la nature a créé l'homme désarmé : qu'est-ce donc que la main, qui lui permet de construire et d'employer peur sa défense ces machines ingénieuses et terribles, la main qui peut au besoin se

transformer en massue redoutable? Les poëtes ont chanté Pollux défendant sa vie et celle de ses compagnons avec les armes qu'il tenait de la nature; mais si nous admirons Pollux combattant le géant sicilien, nous détournons les yeux de l'arène ensanglantée par le ceste d'Entelle. Le soldat tient à honneur d'employer avec adresse, pour la défense de sa patrie, l'épée qu'elle lui a confiée, il méprise l'arme et le métier du gladiateur.

Le membre supérieur, dont les fonctions principales sont de rapprocher ou d'éloigner du corps les objets, peut aussi rapprocher ou éloigner le corps d'un point fixe ; c'est ainsi que le matelot et le gymnaste s'élèvent dans la mâture ou sur le trapèze ; mais le poids du corps entier n'est pas en proportion avec la force des membres qui le soulèvent, et quoique l'exercice rende cet effort moins difficile en donnant aux muscles plus de force, il est évident que le bras remplit ici une fonction qui ne lui est pas dévolue en principe et qui appartient à un membre plus puissant dont nous allons parler.

Membre inférieur ou *abdominal*. Il se compose, comme le membre supérieur, de quatre parties qui sont : la hanche, la cuisse, la jambe et le pied. Les deux os de la *hanche*, ou *os coxaux*, s'articulent ensemble et avec le sacrum ; ce dernier, placé entre eux comme un coin, transmet par leur intermédiaire le poids du corps aux membres inférieurs qui sont les piliers de l'édifice humain. A la face externe de l'os coxal, on remarque une cavité articulaire profonde, hémisphérique, c'est la *cavité cotyloïde*, qui reçoit la tête du fémur et forme avec elle l'*articulation de la hanche* ou *coxo-fémorale*.

Le *fémur*, os de la *cuisse*, est le plus long et le plus fort du squelette ; presque cylindrique, il présente une courbure à convexité antérieure qui lui donne plus de résistance. A son extrémité supérieure, on remarque la *tête du fémur*, supportée par un *col* qui s'unit au corps de l'os sous un angle obtus. Cette obliquité, dans la direction du col a pour effet d'augmenter l'écartement des fémurs et, par conséquent, des membres inférieurs; ce qui donne au corps humain une base de sustentation plus large et plus de stabilité. Il résulte en outre de cette disposition que le poids du corps est transmis au fémur, non pas directement et suivant une ligne droite, mais indirectement et suivant une ligne brisée ; les deux cols du fémur forment par leur réunion une portion de voûte sur laquelle repose la partie supérieure de la cavité cotyloïde, et qui décompose la force agissant sur les membres inférieurs.

La tête du fémur représente à peu près les deux tiers d'une sphère. Elle remplit exactement la cavité cotyloïde, mais n'y est pas contenue tout entière, car la profondeur de cette cavité ne dépasse pas le rayon de la sphère à laquelle elle appartient. Un bourrelet fibro-cartilagineux, très-élastique et circulaire, garnit le rebord de la cavité cotyloïde en augmentant son étendue, et vient embrasser la tête du fémur en faisant l'office d'une soupape qui clôt hermétiquement la cavité articulaire dans laquelle la tête du fémur est maintenue seulement par la pression atmosphérique. En effet, si l'on place sous le récipient de la machine pneumatique l'articulation coxo-fémorale convenablement préparée, on voit, à mesure que le vide se fait, la tête du fémur s'abaisser et sortir de la cavité cotyloïde autant que le

permet la longueur des ligaments articulaires, puis remonter et remplir de nouveau cette cavité quand on laisse rentrer l'air sous le récipient. Cette belle expérience d'E. Weber montre d'une manière saisissante l'action immédiate et continuelle des agents extérieurs sur les fonctions de l'organisme.

L'emboîtement de la tête du fémur dans la cavité cotyloïde donne à l'articulation de la hanche une grande solidité, que viennent augmenter des ligaments et des muscles destinés à maintenir les parties en rapport comme à leur donner le mouvement ; aussi, les plus grandes violences sont-elles seules capables de faire sortir la tête du fémur de la cavité qui la reçoit. Cette articulation, du même genre que celle de l'épaule, permet au membre inférieur des mouvements en tous sens quoique moins étendus que ceux du bras. Nous aurons occasion d'en parler plus loin.

L'extrémité inférieure du fémur se termine par deux masses oblongues et arrondies, les *condyles* du fémur, qui reposent sur deux cavités creusées dans la partie supérieure du *tibia*, l'os principal de la *jambe*, et formant avec elles l'*articulation du genou*. Les cartilages *semi-lunaires*, interposés entre les deux os, amortissent la pression du fémur sur le tibia et s'opposent au déplacement du premier en augmentant la surface et la profondeur des cavités articulaires du second. Au-devant de l'articulation fémoro-tibiale est placée la *rotule*, le plus grand des os sésamoïdes, qui s'adaptent par deux facettes articulaires à celles que lui présentent les condyles du fémur, et donne attache par son bord supérieur au tendon des extenseurs de la jambe, tandis que, par son bord inférieur, elle s'unit intimement au *ligament*

rotulien qui la fixe au tibia. En comparant le coude au genou, on reconnaît l'analogie frappante de la rotule et de l'olécrâne. La rotule sert de poulie de renvoi aux muscles extenseurs dont l'action sur la jambe est augmentée par le changement de direction qu'ils en reçoivent ; l'olécrâne est un levier puissant au moyen duquel s'opère l'extension de l'avant-bras.

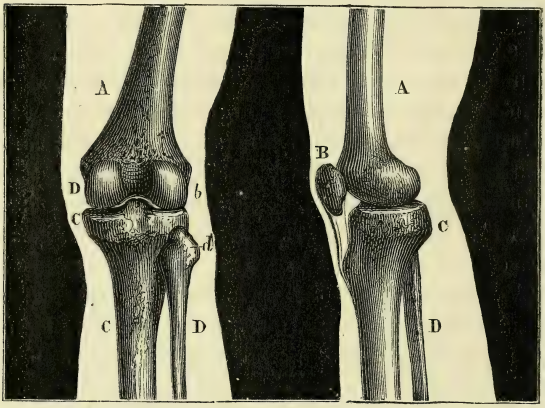


Fig. 18. — Articulation du genou

vue du côté du jarret.

A Fémur.
D *b* Condyles du fémur.
d Extrémité supérieure du péroné.
C Tibia.
D Péroné.

vue de profil.

A Fémur.
B Rotule.
C Tibia.
D Péroné.

Le second des os de la jambe est le *péroné*, qui descend parallèlement au tibia et vient contribuer avec lui à former l'articulation du pied. Si l'on compare le genou au coude, on voit que le péroné, qui ne prend au-

cune part à l'articulation du genou, représente pourtant le cubitus, dont le rôle est si important au coude, tandis que le tibia correspond au radius. La nature, par une de ces transformations dont elle offre de nombreux exemples, a réuni en une seule, dans le tibia, les deux extrémités du cubitus et du radius, ne laissant subsister le cubitus qu'à l'état rudimentaire dans sa partie supérieure. Cette fusion de deux organes est ce que les naturalistes ont nommé coalescence. Le rapport du tibia avec le radius, signalé par de Blainville, a été démontré par M. Martins, dans son beau travail sur les membres pelviens et thoraciques.

Les extrémités inférieures du tibia et du péroné réunies présentent une mortaise dans laquelle est reçu l'*astragale*, un des os du *tarse*, et forment ainsi l'*articulation du pied* ou *tibio-tarsienne*. Le *pied* se meut sur la jambe, de manière à faire avec elle une ligne droite dans l'extension. Le mouvement en sens inverse, ou flexion, est beaucoup plus limité ; les *malléoles* qui embrassent l'astragale ne permettent pas au pied de mouvements latéraux, et ceux qui ont lieu dans ce sens se passent dans l'articulation de l'astragale avec le reste du tarse ; mais en somme le pied peut exécuter un mouvement limité de circumduction.

On a dit que le pied était une autre main, *pes altera manus*, et, en effet, si la main complète le bras, le pied n'est pas moins important pour le membre inférieur ; sans lui la locomotion ne pourrait s'effectuer que par des mouvements tout autres que ceux de la marche, dans des conditions d'équilibre beaucoup moins favorables et avec bien plus de fatigue ; la course, et par conséquent le saut, seraient impossibles. Mais si le pied et

la main sont des variétés d'un même type d'organisation, ces deux parties présentent des différences en rapport avec leurs usages respectifs ; le pied, destiné à supporter le corps, est surtout remarquable par les conditions de solidité ; dans la main, ce qui prédomine, c'est la mobilité.

Le pied de l'homme, exclusivement destiné à supporter son corps, n'est point un organe de préhension et ne peut, comme le pied du singe, saisir les objets par l'opposition du pouce aux autres doigts ; ses orteils, disposés sur un même plan, n'ont ni la longueur des doigts, ni l'étendue et la variété de leurs mouvements ; en un mot, c'est un pied et non pas une main comme chez les quadrumanes.

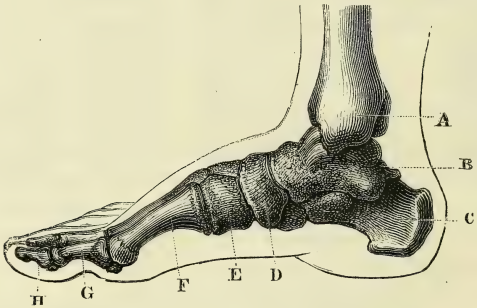


Fig. 19. — Squelette du pied.

A Malléole interne; extrémité inférieure du tibia.
B Astragale.
C Calcanéum.
D Scaphoïde.
E Cuboïde.
F Premier métatarsien.
G H Première et deuxième phalange du gros orteil.

Le pied se compose de vingt-six os dont sept constituent le *tarse*, qui s'articule avec la jambe et cor-

respond au carpe. Cinq os forment le *métatarse*, qui correspond au métacarpe et s'articule avec le tarse, en arrière, avec les orteils en avant. Plus étroit et plus épais dans sa partie postérieure, plus mince et plus large antérieurement, le pied fait un angle droit avec la jambe et repose sur le sol par ses extrémités seulement ; dans sa partie moyenne il forme une voûte et, grâce à cette disposition, il résiste à la pression et aux chocs beaucoup mieux qu'il ne pourrait le faire s'il était plat et s'il s'appliquait au sol comme une planche.

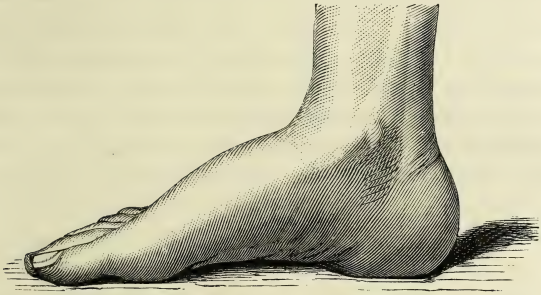


Fig. 20. — Le pied.

De plus, quoique unis entre eux par des articulations très-solides, les os du pied jouissent d'une mobilité suffisante pour donner à l'ensemble une grande élasticité que vient encore augmenter celle des orteils ; le pied supporte donc le poids du corps comme une voûte et comme un ressort tout à la fois, au grand avantage de sa résistance. Enfin, lorsqu'on saute à terre d'un point élevé, il s'étend instinctivement sur la jambe et vient toucher le sol d'abord par sa pointe, de façon à rompre le choc. Cette décomposition des forces qui ré-

sulte de la forme et de l'élasticité du pied a pour effet non-seulement de protéger le mécanisme de cette partie, mais aussi d'éviter des lésions graves que peut produire dans certains organes, comme le cerveau et le foie, la commotion causée par le contre-coup.

Si l'on compare dans leur ensemble le membre supérieur et le membre inférieur, on remarque parmi les caractères principaux qui les distinguent, que la flexion de l'avant-bras sur bras se fait en avant, tandis que la flexion de la jambe sur la cuisse a lieu en arrière. M. Martins a démontré que cette opposition dans le sens des mouvements, commandée par la destination de l'un et l'autre membre à des fonctions différentes, était due à la torsion de l'humérus. Le fémur est un os droit, non tordu sur son axe ; l'humérus au contraire est tordu sur lui-même de 180° ou d'une demi-circonférence ; cette torsion n'est pas le résultat mécanique de l'action des muscles et des fonctions du membre supérieur ; bien que le modelé de l'os ne permette de la reconnaître anatomiquement que vers l'âge de deux ans, elle existe virtuellement dès que le membre se développe. Muscles, vaisseaux, nerfs, tout dans le bras suit ce mouvement de rotation indiqué par la disposition en spirale de l'humérus, et que la plupart des anatomistes avaient signalée sans en tirer les conséquences physiologiques que M. Martins a fait ressortir Ce savant a montré que l'humérus, artificiellement détordu, correspond de tous points au fémur du même côté, et par cette manœuvre en sens inverse du travail de la nature, il a dévoilé le procédé dont elle s'est servie pour fléchir en avant l'articulation du coude correspondant à celle du genou qui se fléchit en arrière.

Les articulations du membre inférieur lui permettent des mouvements nombreux et très-étendus ; sous l'action de muscles puissants, il se replie sur lui-même ou redevient une colonne rigide, abaissant ou élevant rapidement et avec facilité le corps dont il supporte tout le poids. Dans la marche, il se porte en avant ou en arrière, tour à tour étendu ou fléchi. Il tourne sur son axe ou s'écarte de la verticale pour maintenir l'équilibre, par la direction du pied, ou pour élargir la base de sustentation. Il peut en s'élevant faire latéralement avec le corps un angle droit et même s'en rapprocher davantage en avant. Dans l'escrime, il se fléchit ou s'étend, abaisse ou relève le corps et le porte en avant ou en arrière par des mouvements qui se succèdent presque aussi rapidement que ceux du bras. Mais c'est surtout dans les pas si variés d'un danseur habile qu'on peut admirer la perfection de ce mécanisme et tout ce que l'exercice peut lui donner de force, de souplesse et d'agilité.

CHAPITRE V

Mouvements. — Effort. — Locomotion; station, marche, course, saut, natation.

Mouvements. Les physiologistes distinguent plusieurs variétés de mouvements qui peuvent se résumer en deux genres : les mouvements involontaires et les mouvements volontaires.

Parmi les *mouvements involontaires*, que l'on a nommés aussi mouvements automatiques, les uns résultent de l'impression produite par une idée, une passion, un spectacle gai ou triste, ou un mouvement identique à celui qui est produit. Tels sont le rire, les mouvements des traits exprimant la tristesse, la colère, la peur et les autres impressions morales ou physiques, le tremblement des membres, suite d'une émotion vive, le bâillement, etc. D'autres procèdent d'une excitation des nerfs sensitifs, comme l'éternument, la toux, le clignement des paupières, le claquement de dents ou le tremblement après un bain froid.

Dans certains cas, en effet, des impressions transmises de nos organes au cerveau, directement par les nerfs sensitifs ou indirectement par la moelle, sans qu'une

sensation ait lieu nécessairement ou, ce qui revient au même, sans que nous en ayons connaissance, occasionnent une incitation refléchie sur les nerfs moteurs et amènent des mouvements auxquels la volonté n'a point de part. Ces mouvements sont exécutés généralement par les muscles de la vie organique non soumis à la volonté, mais ils peuvent se produire aussi dans ceux que la volonté domine. On les nomme mouvements *réflexes*. Quelques-uns sont incontestablement automatiques; pour d'autres il n'est pas démontré qu'une sensation et un acte de volonté ne précèdent pas la contraction musculaire. Ainsi l'éternument et la toux se produisent indépendamment de la volonté, qui ne peut ni les prévenir, ni les arrêter dans leur évolution ; il en est de même du claquement de dents, des mouvements qui ont lieu dans le frisson et du clignement des paupières au contact de l'air, des larmes ou seulement lorsqu'un corps étranger menace l'œil ; dans ce dernier cas, la contraction musculaire, bien qu'elle soit instantanée et qu'elle semble involontaire, est évidemment précédée d'une sensation que l'œil a transmise au cerveau. On peut même la considérer comme volontaire, puisque, si l'attention est éveillée, la volonté peut s'opposer au mouvement instinctif.

Il se produit en nous d'autres mouvements instinctifs dont nous avons plus ou moins conscience ; c'est ainsi que, dans une voiture qui menace de verser, on se jette du côté oppposé à la pente ; qu'en apercevant tout à coup un précipice devant soi, on se roidit ou on se renverse en arrière, que le joueur de boule ou de billard s'incline et se contourne dans le sens où il voudrait voir se diriger sa bille. Des phénomènes analogues sont cau-

sés par une sorte d'entraînement ou d'imitation instinctive. Quand, par exemple, on suit des yeux les colonnes d'une grande chute d'eau tombant dans un gouffre, le corps exécute bientôt des mouvements d'oscillation dont on ne s'aperçoit que lorsqu'ils deviennent dangereux par leur amplitude et qu'ils menacent de vous entraîner dans l'abîme. On doit à M. Chevreul l'observation et l'explication d'un effet de ce genre, dont le charlatanisme a voulu tirer parti quand on s'occupait des tables tournantes. Si, le coude étant appuyé sur une table, on tient à la main un pendule composé d'un anneau et d'un fil, les yeux fixés sur l'anneau lui voient bientôt exécuter des oscillations, quoique le bras soit immobile en apparence ; le plan dans lequel ont lieu les oscillations peut conserver la même orientation ou en changer suivant le désir formulé mentalement, et sans aucune mauvaise foi, sans mouvement consenti de la part de la personne qui tient le pendule. Place-t-on un support sous la main, près du bout des doigts, ou un bandeau sur les yeux de l'expérimentateur, les oscillations cessent. Elles étaient causées par un mouvement involontaire et presque imperceptible de l'avant-bras ou de la main sous l'influence des yeux regardant le pendule et la direction qu'il devait prendre. C'est encore un mouvement ou une série de mouvements semblables qui donnent l'impulsion aux tables tournantes ; l'inconscience de la contraction musculaire fait tout le mérite de ce phénomène, qui perd son merveilleux dès qu'on parvient à faire reconnaître aux gens trop crédules qu'eux-mêmes sont les moteurs involontaires.

Les *mouvements volontaires* se produisent, comme leur nom l'indique, sous l'influence de la volonté, mais

non sous son action directe et immédiate. La volition des mouvements de locomotion, par exemple, émane d'une certaine partie du cerveau, des lobes cérébraux ; mais pour que le mouvement soit exécuté, il faut que les muscles se contractent, et cette contraction musculaire doit son origine à une force qui émane de la protubérance, partie de l'encéphale différente de celle où naît la pensée. Ce qu'on observe chez les paralytiques prouve que la volonté est insuffisante à produire les mouvements.

Pour que les mouvements s'exécutent dans l'ordre et avec l'ensemble nécessaires à l'accomplissement de la volonté, il faut qu'ils soient coordonnés. Plusieurs physiologistes, et notamment Flourens, ont considéré le cervelet comme l'organe essentiel de cette coordination des mouvements. La lésion de cette partie de l'encéphale produit, en effet, dans la locomotion un trouble analogue à celui qui résulte de l'ivresse ; mais l'observation pathologique a démontré que l'absence de coordination peut se présenter sans que le cervelet soit affecté.

Les muscles concourent aux mouvements volontaires, les uns comme moteurs, les autres, antagonistes des premiers, comme modérateurs du mouvement. M. Duchenne (de Boulogne) a fait voir que, dans les mouvements volontaires des membres et du tronc, ces deux ordres de muscles, *impulsifs* et *modérateurs*, sont mis simultanément en contraction par une double excitation nerveuse, les uns pour produire le mouvement, les autres pour le modérer. Sans cette espèce de solidarité d'entente des muscles antagonistes, les mouvements perdent de leur précision et de leur sûreté.

Effort. Lorsqu'un ou plusieurs groupes de muscles se contractent avec force pour opérer une fonction laborieuse ou vaincre une résistance, comme pour soulever un fardeau, attirer ou repousser un corps, on donne le nom d'*effort* à cette action des muscles. Il y a effort dans la marche en montant, dans la course, le saut et dans un grand nombre d'autres fonctions. Quels que soient les muscles qui agissent dans l'effort, il faut qu'ils prennent un point d'appui directement ou indirectement sur le squelette du tronc, c'est-à-dire sur la colonne vertébrale et les os du thorax. Aussi l'effort est-il toujours précédé d'une inspiration qui dilate le thorax, dont les os, immobilisés par la contraction des muscles inspirateurs, fournissent un point fixe aux muscles qui s'y attachent. Ainsi, de proche en proche, une grande partie du système musculaire prend part à l'action dont quelquefois le bras ou la main seulement est l'instrument immédiat. Ce qui le prouve, c'est l'impossibilité de faire un mouvement distinct de celui qui est l'objet de l'effort sans que l'effort cesse ou diminue. Quand il est à son plus haut point, la respiration est suspendue, la glotte se ferme ou reste légèrement ouverte suivant la nature et le degré d'intensité de l'effort ; l'air inspiré distend les poumons et, s'il en échappe une partie, c'est en quantité trop minime pour que la distension de la poitrine devienne insuffisante ; les viscères abominaux sont comprimés en haut par le diaphragme, en avant et latéralement par les muscles de l'abdomen. Pendant certains efforts, l'air sort lentement par la glotte et, quand le mouvement se termine brusquement, avec un redoublement de force, l'expiration s'achève rapidement et quelquefois sous forme de cri.

Le marin qui hale sur une manœuvre, le gindre soulevant péniblement la pâte pour la lancer dans le pétrin, accompagnent le mouvement qu'ils exécutent d'un cri dont le rhythme exprime les différentes périodes de l'effort.

Locomotion. L'homme se déplace à la surface du sol par trois modes de progression principaux: la *marche*, la *course* et le *saut;* mais le point de départ de la progression est toujours la station verticale.

Dans cette attitude, qui caractérise l'espèce humaine, l'équilibre de la tête sur la colonne vertébrale, du tronc sur les articulations coxo-fémorales et des cuisses sur les jambes est indépendant de toute contraction musculaire, les ligaments suffisent pour l'assurer. De plus, les muscles du cou, du tronc et de la cuisse maintiennent la rigidité du rachis, s'opposent à la flexion du genou et rétablissent l'équilibre, s'il vient à être compromis, tandis que les muscles de la jambe empêchent la flexion antérieure ou postérieure de l'articulation tibio-tarsienne, dont les surfaces et les ligaments ne permettent qu'un équilibre instable du corps sur les pieds. Enfin les pieds, écartés l'un de l'autre d'un espace égal à celui qui sépare les têtes des fémurs, complètent ce mécanisme, grâce auquel l'homme, seul entre tous les êtres vivants, se tient debout, la face dirigée dans la verticale et suivant un plan parallèle à celui du tronc, mais non tournée vers le ciel, comme on le dit poétiquement.

Dans l'attitude du soldat sans armes, les talons se touchant et les pieds formant presque un angle droit, il faut une contraction plus forte des muscles du

membre inférieur; par conséquent, la fatigue se fait sentir plus tôt. Quand il porte sur un seul pied, dans la station dite *hanchée*, le corps s'écarte latéralement de la verticale et se penche un peu en arrière ; celui des

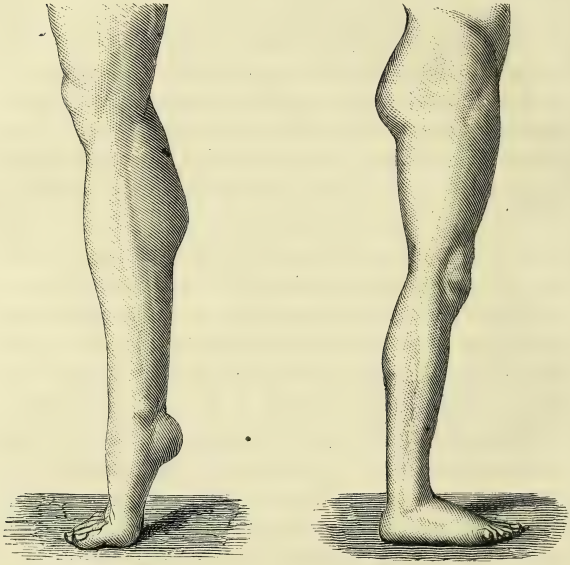


Fig. 21. — La jambe dans la station.

Le pied posant par la pointe sur le sol.

Le pied posant à plat sur le sol.

membres inférieurs qui ne supporte que son propre poids repose sur le sol dans le relâchement complet des muscles, faisant fonctions d'arc-boutant éventuel et de contre-poids ; cette forme de la station verticale est

la moins fatigante et la plus stable, c'est aussi la plus élégante, celle que préfèrent les peintres et les statuaires, et que Léonard de Vinci considérait comme la plus naturelle.

Lorsque le corps se déplace, il se divise en deux sections bien distinctes; l'une qui comprend la tête, le tronc et les membres supérieurs, représente la masse à transporter; les membres inférieurs sont à la fois des appuis mobiles qui supportent le poids des parties supérieures, et des agents d'impulsion qui leur communiquent le mouvement de translation. Dans tout mouvement de ce genre, le tronc s'incline en avant et s'écarte de la verticale sous un angle d'autant plus ouvert que la vitesse de translation est plus grande, et qui varie de 5 degrés 7, dans la marche la plus lente, à 22 degrés 5 dans la course la plus rapide. Il en résulte une tendance continuelle à la chute en avant, tendance combattue par la translation des membres inférieurs dans une direction telle, que les têtes des fémurs puissent continuer à servir au tronc de point d'appui. On a comparé cet équilibre instable du tronc sur les fémurs à celui d'une baguette posée sur le bout du doigt et s'inclinant de façon que le seul moyen de prévenir sa chute, c'est de porter le doigt en avant, dans le sens où elle s'incline, et d'autant plus rapidement que l'inclinaison devient plus grande.

C'est par leur flexion et leur extension alternative que les membres inférieurs donnent l'impulsion au tronc; ils se raccourcissent et s'allongent ainsi dans une direction inclinée à l'horizon, puisque c'est en avant et non dans la verticale qu'ils poussent le corps; il en résulte un abaissement du centre de gravité qui se rapproche

d'autant plus du sol que le mode de progression est plus rapide.

Chaque membre inférieur s'arc-boute à son tour au sol en s'étendant ; puis, l'impulsion donnée, le genou fléchit, le talon s'élève, le pied quitte le sol, et le membre raccourci par la flexion, suspendu au bassin, se dirige d'arrière en avant et vient de nouveau toucher la terre.

Dans ce mouvement, le membre, suivant MM. Weber, représente un pendule qui fléchit et oscille par la seule action de la pesanteur ; suivant M. Duchenne (de Boulogne), il obéit à la contraction des muscles fléchisseurs.

Les expériences de MM. Weber ayant démontré, comme nous l'avons dit plus haut, que la tête du fémur est maintenue dans la cavité cotyloïde par la pression atmosphérique seulement, ces habiles observateurs en avaient conclu que, dans le second temps de la marche, le poids de la cuisse déterminait seul la flexion des articulations et l'oscillation des trois segments du pendule que représentait alors le membre inférieur. Fondé sur l'observation pathologique, M. Duchenne pense que la contraction des muscles fléchisseurs de la cuisse, de la jambe et du pied, est la cause réelle du mouvement du membre inférieur dans le second temps de la marche, et que l'action de la pesanteur n'y concourt que faiblement. Suivant M. Béclard, la tonicité des muscles fléchisseurs, développée par l'extension, suffirait à seconder le mouvement pendulaire du membre inférieur.

Dans la *marche*, le corps s'avance sans cesser de s'appuyer sur le sol, et en accomplissant une suite de

mouvements qui se divisent, pour chaque pas, en deux temps principaux. Premier temps : le corps repose sur les deux membres inférieurs ; le membre droit, placé en arrière et incliné à l'horizon, touche à terre par l'extrémité du métatarse et les orteils ; le jarret est tendu et le pied relevé à 45 degrés ; le membre gauche, placé en avant, repose sur le sol par toute la plante du pied, le genou est un peu fléchi, le talon verticalement au dessous de la tête du fémur, le corps légèrement incliné en avant. Second temps : le membre gauche porte seul le poids du corps et s'allonge par l'extension du genou et le redressement du pied ; sa direction s'incline à l'horizon et le corps est poussé en avant, pendant que le membre droit, détaché du sol par la flexion du genou, suit le mouvement de translation donné au corps, exécute une demi-oscillation et vient toucher le sol d'abord par le talon, qui se place verticalement au-dessous de la tête du fémur, puis par la plante du pied sur laquelle le corps s'appuie.

Pour accélérer sa marche, l'homme s'incline davantage en avant, le centre de gravité se trouvant ainsi rapproché du sol, la flexion du membre placé en arrière est plus prononcée, le pendule est plus court et son oscillation plus rapide ; en même temps, la flexion plus grande donne plus de force à l'extension et l'impulsion en avant est augmentée ; de plus, l'extension s'opère dans une direction plus inclinée, d'où résulte l'allongement du pas. La marche s'accélère encore par l'extension du membre appuyé au sol pendant l'oscillation de l'autre membre, de façon qu'au moment où celui-ci vient poser à terre, le premier s'en détache pour osciller à son tour. Dans cette marche accélérée,

le corps ne repose jamais que par un pied sur le sol.

Pendant la marche et surtout quand elle est rapide, les bras accompagnent de leurs oscillations isochrones les mouvements des membres inférieurs et contribuent à maintenir l'équilibre : aussi est-il presque impossible de marcher vite quand les bras, par une cause quelconque, ne peuvent osciller.

D'après les expériences des frères Weber, la vitesse d'un homme de stature ordinaire, dans la marche précipitée, est de 9389 mètres en une heure. Cette vitesse ne pourrait évidemment se prolonger beaucoup et doit être considérée comme exceptionnelle. La vitesse de 6 kilomètres à l'heure est celle de la marche ordinaire et peut être soutenue longtemps. Mais l'exercice et une aptitude particulière permettent à quelques hommes une marche plus rapide, grâce à laquelle ils peuvent, en un temps relativement très-court, parcourir de grandes distances. Ainsi, l'on voit des marcheurs exercés franchir en vingt heures la distance de 120 kilomètres, et soutenir pendant 32 kilomètres une vitesse de 8 kilomètres à l'heure. Les montagnards des Alpes sont généralement bons marcheurs, et, chez quelques-uns, la résistance à la fatigue n'est pas moins extraordinaire que leur vitesse. Jacques Balmat, qui le premier parvint à la cime du mont Blanc, pouvait à l'âge de seize ans s'élever du hameau des Pèlerins à la montagne de la Côte, en deux heures, et cette course exige quatre heures pour des touristes très-exercés. Lors de sa dernière tentative pour arriver au mont Blanc, ce même guide, alors âgé de vingt ans, passa cinq jours et quatre nuits sans dormir ni se reposer un moment. — Un de ses fils, Édouard Balmat,

parti de Paris pour rejoindre son régiment à Gênes, arriva le cinquième jour au soir à Chamonix, ayant parcouru 546 kilomètres. Plusieurs années après, ce même homme, parti des bains de Louèche à deux heures du matin, arrivait à Chamonix à neuf heures du soir. ayant franchi en dix-neuf heures une distance équivalant à environ 120 kilomètres. — En 1844, un vieillard nommé Marie Couttet, ancien guide de de Saussure et âgé de quatre-vingts ans, partit dans l'après-midi du hameau des Praz, situé dans la vallée de Chamonix, à l'altitude de 1070 mètres, et arriva aux Grands-Mulets (3050 mètres) à dix heures du soir; puis, après quelques heures de repos, il s'éleva sur le glacier jusqu'au voisinage du Grand Plateau, à une altitude d'environ 4000 mètres et redescendit d'une traite à son village.

Nous citerons encore la course faite, en septembre 1867, par un homme de Thun, qui parcourut en vingt-trois heures une distance estimée à 40 lieues de Suisse, et représentant au moins trente-quatre heures de marche pour un touriste ordinaire.

La *course* diffère de la marche principalement en ce qu'à un moment donné le corps est séparé du sol et parcourt l'espace à la manière d'un projectile. Le corps est plus incliné en avant et le centre de gravité est plus abaissé que dans la marche. Les membres inférieurs exécutent les mêmes mouvements alternatifs que dans ce dernier mode de progression, mais au moment où le membre droit quitte le sol et commence sa demi-oscillation, le gauche, qui est fléchi et ne repose sur le sol que par l'extrémité du pied, s'étend rapidement et avec assez de force pour lancer le corps en haut et en avant; les deux jambes oscillent à la fois pendant

un instant, puis celle qui a quitté le sol la première y retombe avant l'autre et sur la pointe du pied. Le corps a fait un saut, et la même manœuvre s'opérant alternativement de chaque côté, il en résulte une suite de sauts qui constituent la course. Le *trotter* est une course dans laquelle l'impulsion en avant est moins forte et les mouvements sont moins rapides, ce qui rend cette façon de courir plus applicable aux terrains accidentés et sur lesquels il faut choisir la place où le pied doit poser à chaque saut.

La plus grande vitesse qu'un homme puisse atteindre dans la course est, suivant les frères Weber, de 27,360 mètres en une heure; mais si cette vitesse a été soutenue pendant une heure, ce qui est douteux, une pareille course ne pourrait certainement pas se prolonger beaucoup plus longtemps. Le maximum de vitesse atteint dans le gymnase d'Amoros était de 40 kilomètres en deux heures quarante-cinq minutes, soit environ 14,540 mètres par heure.

Le *saut* n'est à proprement parler qu'un des pas de la course, exécuté isolément. On peut sauter à pieds joints, c'est-à-dire les deux pieds quittant le sol en même temps et le corps lancé dans la verticale, en arrière ou en avant. Le saut peut être aussi précédé de quelques pas de course, c'est ce qu'on appelle prendre son élan; dans ce cas, la vitesse acquise dans les premiers pas s'ajoute à celle que donne au corps l'impulsion dernière. On arrive par l'exercice à franchir en sautant une hauteur verticale de près de 2 mètres et dans le sens horizontal un espace de 5 à 6 mètres. Amoros parle d'un Anglais qui aurait sauté un fossé large de 10 mètres.

Natation. L'homme peut se soutenir sur l'eau et traverser en nageant des espaces considérables, mais la natation n'est pas pour lui un mode de locomotion instinctif; il faut qu'il apprenne à nager, tandis que la marche et les autres modes de progression lui sont naturels et non pas acquis par l'étude. L'homme marche, court et saute, comme l'animal amphibie nage, sans l'avoir appris; pour nager, il faut qu'il étudie les attitudes et les mouvements qui neutralisent l'effet de sa pesanteur spécifique, l'empêchent d'enfoncer dans l'eau et lui permettent d'y prendre un point d'appui pour se déplacer.

Le quadrupède nage en marchant dans l'eau, c'est-à-dire en faisant les mêmes mouvements que pour marcher sur le sol; l'homme peut nager en imitant l'animal dans sa marche et frappant l'eau comme lui de ses quatre membres, mais la fatigue l'arrête bientôt et, pour nager longtemps, il doit exécuter d'autres mouvements assez compliqués dans leur combinaison. C'est, comme on le sait, à un modeste amphibie, à la grenouille, qu'il emprunte, dans ce cas, son mode de progression, et cet emprunt est, à coup sûr, le plus inoffensif de tous ceux qu'il fait aux animaux. Quoique ses membres semblent alors détournés de leurs fonctions normales, il arrive à pouvoir prolonger sans fatigue cet exercice éminemment hygiénique et bien précieux, puisqu'il y trouve un moyen de sauver sa vie ou celle son semblable.

CHAPITRE VI

La tête. — Le crâne; os du crâne, sutures, voûte du crâne, base du crâne. — Mensuration du crâne; angle facial, angle de Daubenton, comparaison des aires du crâne et de la face. — Système de Gall. — La face; os de la face, mâchoire supérieure, mâchoire inférieure

Tête. La tête est de tout le corps la partie la plus importante et celle dont l'ensemble et les organes appellent le plus l'attention. Les poumons et le cœur entretiennent la vie par la respiration et la circulation, l'appareil digestif nourrit le corps, mais la tête est le siége de l'intelligence, le centre où viennent aboutir les impressions nerveuses et d'où rayonne la volonté. Dans la tête se trouvent réunis les organes de la vue, de l'ouïe, de l'odorat et du goût; la face, presque entièrement formée par le groupement de ces organes, exprime, à l'aide de muscles nombreux, les impressions transmises au cerveau, les passions, le calme ou l'agitation de l'esprit et, dans certaines limites, les phases de la pensée. Pour les autres régions du corps, la vie est inconsciente, et les fonctions, dans leur évolution normale ou troublée par la maladie, s'exécutent machinalement; la tête seule perçoit les sensations et apprécie leur valeur, c'est par

elle que l'homme se connaît lui-même, par elle qu'il se sent vivre et qu'il a pu dire : Je pense, donc je suis.

La tête est formée de deux parties distinctes : 1° le crâne, boîte osseuse qui enveloppe le cerveau et renferme, dans l'épaisseur d'un des os qui la composent, l'organe de l'ouïe ; 2° la face, où se trouvent réunis les organes de la vue, de l'odorat et du goût.

Le *crâne* se compose de huit os : le *frontal* ou *coronal* qui correspond au front ou *sinciput ;* l'*occipital* placé à la partie postérieure du crâne ou *occiput;* les deux *pariétaux* qui forment les parois latérales du crâne et contribuent, avec le frontal et l'occipital, à constituer sa *voûte;* les deux *temporaux* occupant, comme leur nom l'indique, la région des tempes ; l'*ethmoïde*, qui doit son nom à la *lame criblée* de sa face supérieure, et le *sphénoïde*, ainsi nommé parce qu'il est placé comme un coin entre tous les autres os, avec lesquels il s'articule et qui viennent appuyer sur lui, comme sur une clef de voûte renversée, en formant la *base du crâne* sur laquelle repose le cerveau. Le frontal, l'occipital, les pariétaux et les temporaux sont des os plats, constitués par deux lames de tissu éburné, *table interne* et *table externe*, entre lesquelles est une couche plus ou moins épaisse de tissu spongieux.

Les os du crâne s'unissent au moyen des *sutures*, formées par engagement réciproque des dentelures de leurs bords ; c'est à peu près ce qu'en architecture on appelle assemblage à queue d'aronde. A l'époque de la naissance, les os qui forment la voûte du crâne ne sont unis que par un tissu membraneux, et leurs bords chevauchent, sous une pression même assez

faible, de manière à diminuer le diamètre de la tête; mais quoique les sutures ne soient pas encore développées, une partie de leurs apophyses d'engrenage existent dès lors à l'état rudimentaire. Les intervalles membraneux, plus larges aux points de rencontre du frontal et de l'occipital avec les pariétaux, constituent ce qu'on nomme les *fontanelles ;* bientôt le tissu osseux vient les combler, et, à l'âge de quatre ans, il n'en reste plus trace. Vers la fin de la troisième année, les bords des os sont découpés en fines dentelures qui vont augmentant de nombre, jusqu'à l'adolescence, Dès avant cet âge on voit disparaître la suture qui réunit les deux moitiés du frontal; plus tard, et quand le cerveau a pris tout son développement, les autres os se soudent graduellement.

Le crâne présente à l'intérieur une série d'enfoncements ou de portions de voûte qu'on a nommées *fosses frontales*, *occipitales*, *temporales*, etc., suivant les os qui les constituent, et auxquelles correspondent les *bosses* de mêmes noms qu'on voit à l'extérieur; de plus, on y remarque un grand nombre de saillies et de dépressions, *éminences mamillaires*, *impressions digitales*, dont le modelé correspond jusqu'à un certain point à celui du cerveau, mais qui ne se traduisent par aucun relief à l'extérieur de la tête. La voûte du crâne n'offre pas d'ouverture, mais sa base en présente plusieurs, où passent des vaisseaux et des nerfs et dont la plus importante, le *trou occipital*, fait communiquer la cavité crânienne avec le canal rachidien.

Le crâne a la forme d'un ovoïde aplati en bas et dont la grosse extrémité est tournée en arrière; il n'est jamais parfaitement symétrique et diffère dans sa forme

et dans ses dimensions suivant l'âge, les individus et les races. Il est proportionnellement plus grand chez l'enfant que chez l'adulte et dans la race blanche que dans les autres races, mais quelles que soient les variétés qu'il présente, elles portent exclusivement sur la voûte.

Partant de ce principe que le crâne est moulé sur le cerveau, on a cherché en mesurant les dimensions du crâne à connaître celles de l'organe qu'il renferme. Dans ce but, Camper tirait deux lignes droites : l'une partant des premières dents incisives de la mâchoire supérieure, passait au-devant de la partie moyenne du front ; l'autre, dirigée horizontalement du conduit auditif à la rencontre de la première, formait avec elle l'*angle facial* qui est de 80 à 85 degrés chez l'Européen, de 75 degrés dans la race mongole et de 70 degrés chez le nègre. Ce caractère anatomique, considéré comme expression de l'intelligence, n'avait pas échappé aux artistes de l'antiquité ; les statues qu'ils nous ont laissées en sont la preuve, et dans celles de leurs dieux, du Jupiter Trophonius, par exemple, l'angle facial est ouvert de 90 degrés.

Daubenton a proposé de mesurer l'angle occipital pour compléter la mesure de Camper, qui s'appliquait seulement à la partie antérieure du crâne ; mais ces dimensions angulaires ne pouvaient suffire à donner l'étendue d'un solide ou d'une cavité ; de plus, l'épaisseur des os sur certains points et le développement variable des cavités ou *sinus*, compris entre les tables interne et externe, peuvent ôter à ces mesures beaucoup de leur signification. Pour obtenir des données plus précises, Cuvier, divisant la tête par une coupe d'avant en ar-

rière, compara l'aire du crâne et l'aire de la face en n'y comprenant pas la mâchoire inférieure ; il trouva que l'aire du crâne égale, chez les Européens, quatre fois l'aire de la face ; et que chez le nègre l'aire de la face est plus étendue d'un cinquième aux dépens de celle du crâne.

Cette dernière méthode de mensuration, si elle ne donne que dans des limites restreintes une idée de l'intelligence relative, est du moins fondée sur des faits exacts ; elle exprime la loi du développement proportionnel de la face et du crâne chez les animaux supérieurs. Même dans la mesure de l'angle facial, les causes d'erreur peuvent être éliminées jusqu'à un certain point, et cette mesure est l'expression d'un fait anatomique incontestable.

Il n'en est pas ainsi d'une doctrine accueillie avec enthousiasme, au commencement de notre siècle, et maintenant presque oubliée, nous voulons parler de la phrénologie. Gall prétendit arriver par l'exploration du crâne à reconnaître le degré de développement des facultés. Le crâne moulé sur le cerveau présente, disait-il, des saillies correspondantes à celles de cet organe et donne ainsi la mesure du développement des facultés intellectuelles et affectives. Ces facultés, il les localisait dans l'encéphale, composé, suivant lui, d'une série de faisceaux conoïdes dont la base répondait à la surface du cerveau et le sommet à la moelle allongée ; chacun de ces cônes était le siége d'une des facultés, dont il portait le nombre à vingt-sept, plaçant toutes les facultés intellectuelles dans la partie antérieure du cerveau, les facultés animales dans la partie postérieure et les facultés morales dans la partie moyenne,

au-dessus de l'oreille ; les premières, circonscrites, pour la plupart, dans des espaces très-restreints, les autres, attribuées à des surfaces plus larges. Les élèves de Gall ajoutèrent onze facultés à celles qu'il avait classées et parmi lesquelles ne figurait pas le sentiment du juste et de l'injuste, ou, comme ils l'appelèrent, la consciencioslté.

A ce système on objecta, que, si les saillies principales de l'extérieur du crâne, les bosses frontales, pariétales, etc., correspondent aux grandes dépressions ou fosses de l'intérieur, aucune saillie extérieure ne traduit les impressions digitales et les petites cavités de la surface moulée sur le cerveau ; que sur plusieurs points la saillie de l'extérieur coïncide avec une saillie intérieure ; que l'arcade sourcilière, où sont localisées six facultés, est plus ou moins saillante en raison, non pas du relief cérébral, mais du développement des sinus frontaux, et qu'il n'existe aucun rapport de modelé entre la table interne et la table externe du frontal, dans cette région. C'était donc à tort que Gall avait tracé sur le cerveau le siége de chaque faculté, d'après les saillies qu'il distinguait sur le crâne. On ajoutait qu'en admettant la localisation des facultés et la division du cerveau d'après cette méthode, il était peu rationnel de réunir toutes les facultés dans les régions correspondantes à la voûte crânienne, et de n'en attribuer aucune aux parties du cerveau qui ne sont pas en contact avec le crâne ou qui reposent latéralement et en avant sur sa base. Ce groupement exclusif, que rien ne justifiait, devait être considéré comme purement arbitraire.

Gall et son école invoquaient à l'appui de leur sys-

tème l'anatomie comparée du cerveau; Leuret leur porta le dernier coup en montrant que l'étude du cerveau, dans l'échelle animale, est en complet désaccord avec le système du savant allemand et dément, sur tous les points, les propositions de la phrénologie.

La *face* se compose de quatorze os qui, par leur union entre eux et avec les os du crâne, forment les cavités où sont logés les organes de la vue, de l'odorat et du goût. Douze de ces os sont pairs et symétriquement placés de chaque côté ; ce sont : les maxillaires supérieurs, les os malaires ou os de la pommette, les os nasaux ou os propres du nez, les os unguis, les cornets supérieurs et les os palatins ; deux sont impairs, ce sont : le vomer et le maxillaire inférieur. Les *maxillaires supérieurs* concourent avec les os *unguis* et les os *malaires* à former la partie inférieure de l'orbite ; ils sont unis aux temporaux par les os malaires dont la saillie constitue les pommettes ; à leur bord alvéolaire s'implantent les dents, et l'espace que circonscrit l'arcade dentaire est la voûte palatine, que prolongent en arrière les os *palatins*. Les os *nasaux* forment la partie supérieure, ou racine du nez ; au-dessous d'eux et entre les maxillaires supérieurs s'étend la cavité des fosses nasales que sépare en deux une cloison dont le *vomer* fait partie. Les *cornets supérieurs* , articulés avec les maxillaires, contribuent à multiplier les anfractuosités des fosses nasales, où se ramifient les nerfs olfactifs.

Le *maxillaire inférieur* est primitivement composé de deux os, qui se soudent de bonne heure au point nommé la *symphyse du menton ;* à son bord alvéolaire s'implantent les dents ; les *branches* de l'os font avec son *corps* un angle droit, *angle de la mâchoire*, et, à leur extré-

mité supérieure, se divisent en deux apophyses : le *condyle*, qui s'articule avec la cavité glénoïde de l'os temporal, et l'apophyse *coronoïde*, où s'insère le tendon du muscle temporal, un de ceux qui rapprochent la mâchoire inférieure de la supérieure dans la trituration des aliments.

Ce squelette aux reliefs bizarres et heurtés, ce type de la mort disparaît sous les muscles et les téguments qui le revêtent d'une enveloppe élégante. Les paupières voilent l'orbite et protégent l'œil, surveillant attentif et investigateur du monde extérieur, admirable instrument qui permet au cerveau de contempler les scènes de la création et d'exprimer ses impressions les plus vives. Le nez recouvre les organes de l'odorat, qu'il complète en ménageant leur sensibilité ; les lèvres se modèlent au-devant de la bouche et sont à la fois un organe de préhension, une barrière docile et infatigable, un instrument nécessaire à l'articulation des sons, et un des mimes les plus expressifs parmi ceux qui concourent à la physionomie. La conque de l'oreille entoure le conduit auditif, y rassemble les ondes sonores et donne de l'expression à la tête. Les cheveux, les sourcils et les cils protégent le crâne et l'œil contre les agents extérieurs en même temps que leurs nuances, leurs courbes et leurs ondulations contribuent singulièrement à la beauté de l'ensemble. Enfin la peau de la face s'anime des teintes les plus délicates ou se revêt de tons vigoureux et de cette admirable carnation qu'a si bien rendue le pinceau des Vénitiens.

CHAPITRE VII

Digestion. — Pertes de l'organisme réparées par l'alimentation. — Faim. — Soif. — Organes de la digestion; cavité abdominale; péritoine. — Appareil digestif. — Bouche, lèvres, joues, dents, palais, voile du palais, langue. — Pharynx, œsophage. — Estomac. — Tube intestinal; intestin grêle, gros intestin, circonvolutions intestinales, mésentère, épiploon. — Membrane muqueuse. — Foie. — Pancréas. — Rate. — Rein. — Mécanisme de la digestion. — Digestion stomacale, suc gastrique, mouvement péristaltique, chyme. — Digestion intestinale. bile, suc pancréatique, chyle. — Absorption; endosmose, exosmose, fonctions des veines et des vaisseaux lymphatiques dans l'absorption, rapidité de l'absorption.

Digestion. Le corps de l'homme perd chaque jour, par les voies diverses d'exhalation ou d'excrétion, environ 20 grammes d'azote, principe essentiel des matières animales, et 2 kil. 5 d'eau ; il brûle 300 grammes de carbone, au contact de l'oxygène atmosphérique. Peu de temps suffirait donc pour épuiser l'organisme, s'il ne retrouvait dans l'alimentation de nouveaux éléments qui le reconstituent. Cette nécessité de réparer sans cesse les pertes que subissent ses organes par l'action même de la vie, l'homme en est impérieusement averti par la faim et la soif, dures conditions de son existence. Il peut supporter le premier de ces besoins pendant un temps qui varie suivant l'âge et les

conditions individuelles ; c'est une sensation, agréable d'abord, mais qui bientôt devient une torture, une succession de douleurs atroces et d'anéantissement physique et moral. La faim a de terribles annales dans la science et dans l'histoire ; on a dit avec trop de raison qu'elle est mauvaise conseillère, mais celui qui peut l'apaiser chaque jour doit y trouver un utile avertissement de penser à ses semblables plus malheureux que lui.

La soif est une sensation pénible dès son début et se supporte moins longtemps que la faim, car elle implique nécessairement la privation de tout aliment liquide, et l'épuisement est beaucoup plus prompt dans ces conditions que chez l'homme privé d'aliments solides mais pouvant, à l'aide d'un peu d'eau, prolonger sa vie quelques jours de plus.

Les *organes de la digestion* sont, pour la plupart, contenus dans l'abdomen, dont nous allons donner une idée sommaire.

Cavité abdominale. Cette cavité, la plus grande du corps, est située au-dessous de la poitrine, dont la sépare le diaphragme, et s'étend jusqu'à l'extrémité du tronc. On y distingue plusieurs régions qui sont : 1° dans la partie supérieure, l'*épigastre*, répondant à ce qu'on nomme le creux de l'estomac, et les deux *hypochondres*, qui, de chaque côté de l'épigastre, remontent sous la double voûte du diaphragme et sous les cartilages des côtes (*hypo*, sous ; *chondros*, cartilage); 2° dans la partie moyenne, la *région ombilicale* et les *flancs ;* 3° dans la partie inférieure, l'*hypogastre*

ou bas-ventre, et les *fosses iliaques*, circonscrites par les os du même nom. Les parois de l'abdomen sont en grande partie constituées par des muscles et des aponévroses ; la colonne vertébrale et les os du bassin concourent à les former ; quant aux côtes inférieures, elles n'ont avec la cavité abdominale qu'un rapport médiat et résultant de son emboîtement dans la base de la poitrine.

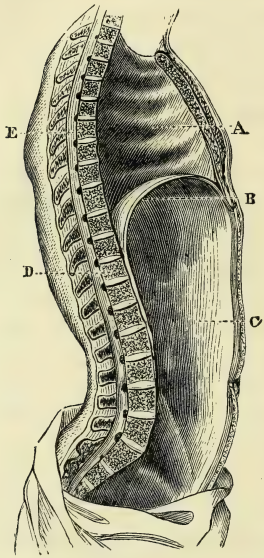


Fig. 22.— Coupe sur la ligne médiane du tronc et de ses cavités.

A Cavité de la poitrine.
B Diaphragme.
C Cavité de l'abdomen.
D Colonne vertébrale.
E Canal rachidien.

La cavité de l'abdomen est tapissée par une membrane séreuse, le *péritoine*. Comme toutes celles du même genre, cette membrane est formée de tissu cellulaire ou lamineux et de fibres élastiques ; sa surface libre est couverte d'un *épithélium*, sorte d'épiderme, dont la grande résistance lui permet de subir les frottements continuels qui résultent du mouvement des organes ; enfin, comme toutes ses congénères, c'est un sac sans ouverture, replié sur lui-même dans sa profondeur et par conséquent à double paroi. L'espace compris entre ces deux parois est vide, leurs surfaces correspondantes frottent librement l'une contre l'autre

et sont humectées par un liquide analogue au sérum du sang, la *sérosité*, sécrétion particulière à ces membranes et qui leur a fait donner leur nom. La paroi interne du sac recouvre les organes qu'il contient, la paroi externe est fixée dans toute son étendue à la cavité qu'elle tapisse. Nous aurons occasion de revenir tout à l'heure sur la disposition du péritoine.

L'*appareil digestif* est un des plus complexes et des plus étendus ; il est, dans certaines limites, accessible à nos investigations, et nous pouvons y suivre la marche des fonctions qui lui sont dévolues. Nous assistons aux métamorphoses que subissent les aliments, nous reproduisons dans nos laboratoires une partie de ces transformations ; encore un pas, et nous prendrions, comme disait Fontenelle, la nature sur le fait ; mais ce pas infranchissable, c'est la distance immense qui sépare la matière inerte de la substance organisée, les phénomènes physiques ou chimiques des fonctions vitales.

Les *organes de la digestion* sont la bouche, le pharynx, l'œsophage, le tube digestif, le foie et le pancréas. La rate et les reins, annexes de l'appareil digestif, sont plus spécialement affectés à la circulation ou à l'excrétion.

Bouche. La bouche forme l'entrée des voies digestives, renferme l'organe du goût et sert à la manducation et à l'articulation des sons. Sa cavité, circonscrite en haut par la voûte palatine, en bas par une paroi musculeuse et par la langue, sur les côtés et en avant par les joues et les lèvres, présente : en avant l'ouverture des lèvres, en arrière l'isthme du gosier qui la fait com-

muniquer avec le pharynx et sur lequel s'abaisse le voile du palais.

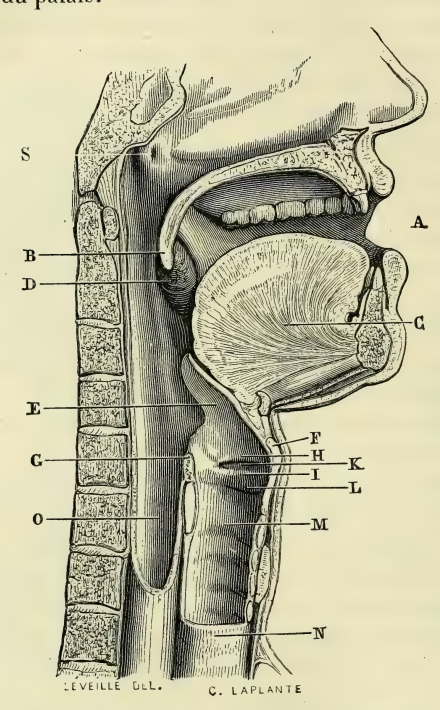


Fig. 25. — Coupe sur la ligne médiane de la partie inférieure des fosses nasales, de la bouche, du pharynx, du larynx, de l'œsophage et de la trachée-artère.

A Bouche.
B Voile du palais.
C Langue.
D Amygdale.
E Épiglotte.
F Cartilage thyroïde.
G Cartilage aryténoïde.
H Corde vocale supérieure.
I Corde vocale inférieure.
K Ventricule du larynx.
L Larynx.
M N Trachée-artère.
O Pharynx en avant duquel se voit le cartilage cricoïde.
S Orifice de la trompe d'Eustachie.

Les *lèvres*, paroi antérieure de la bouche, sont formées essentiellement par l'*orbiculaire des lèvres*, muscle à fibres concentriques auquel viennent se rattacher la plupart des autres muscles de la face ; une peau très-dense et intimement unie à l'orbiculaire, une couche de petites glandes salivaires, sous-jacentes à ce muscle, et la membrane muqueuse complètent ces deux voiles mobiles, extensibles et contractiles. Les lèvres sont un organe de préhension et de succion ; elles s'opposent, surtout la lèvre inférieure, à l'issue de la salive, servent à l'articulation des sons et au jeu des instruments à vent; enfin elles prennent une grande part à l'expression de la physionomie. Abondamment pourvues de vaisseaux et de nerfs, les lèvres sont extrêmement sensibles, surtout à leurs bords, où la peau s'amincit, prend une teinte d'incarnat et se transforme graduellement en membrane muqueuse. Bien que l'orbiculaire les délimite en quelque sorte et leur constitue des fonctions et une région distinctes, les lèvres ne sont réellement que la partie antérieure des joues auxquelles les rattachent des rapports continuels de mouvements et de fonctions.

Les *joues* constituent les parties latérales de la face et les parois latérales de la bouche. Elles comprennent dans leur épaisseur des muscles destinés à l'accomplissement des fonctions complexes de la bouche. Un de ces muscles, spécial à la partie de la joue qui forme la paroi buccale, ramène par sa contraction les aliments entre les mâchoires et réagit contre la distension des joues par l'air. Son action dans le jeu des instruments à vent lui a fait donner le nom de *buccinateur;* il contribue en outre aux différentes expressions du visage en

attirant en arrière la commissure des lèvres, tandis que le *grand* et le *petit zygomatique* la relèvent. Le *triangulaire* des lèvres abaisse au contraire cette commissure ; enfin le *masséter*, muscle épais et d'une grande force, rapproche la mâchoire inférieure de la supérieure et concourt avec le muscle *temporal* ou *crotaphyte*, à la mastication. La face interne des joues, revêtue par la membrane muqueuse, est parsemée de petits orifices, donnant passage à la salive que sécrètent un grand nombre de glandules analogues à celles des lèvres ; vers sa partie moyenne s'ouvre le *canal de Sténon*, par lequel se déverse dans la bouche la salive que sécrète la *glande parotide*, située comme son nom l'indique, au-devant de l'oreille, et la plus importante des glandes salivaires.

Les *dents*, implantées au bord alvéolaire des maxillaires supérieur et inférieur, forment deux arcades symétriques et, quand la bouche est fermée, circonscrivent dans sa cavité comme une enceinte intérieure. Elles sont au nombre de vingt chez l'enfant et de trente-deux chez l'adulte. On les distingue en huit *incisives*, quatre *canines* et vingt *molaires ;* les quatre dernières molaires sont appelées dents de sagesse. Les dents se composent de trois parties distinctes : la pulpe, l'ivoire et l'émail. Des vaisseaux et des nerfs pénètrent dans la *pulpe*, mais ne vont pas au delà ; l'*ivoire*, qui enveloppe la pulpe, constitue la racine et la couronne des dents. On nomme *collet* de la dent le point où la couronne se joint à la racine ; cette dernière est revêtue extérieurement d'une couche de tissu osseux. Au collet commence la *couronne* que recouvre l'émail, tissu très-pauvre en substances animales et presque inorganique. Les dents

ne sont pas des os ; bien que revêtues à leur racine de substance osseuse, elles ne présentent ni dans leurs parties essentielles, l'ivoire et l'émail, ni dans leur mode de développement et dans leurs conditions physiologiques aucun rapport avec le système osseux; on les considère comme analogues aux productions épidermiques telles que les ongles, les cheveux, etc., dont elles se rapprochent à beaucoup d'égards.

Palais. La voûte palatine, formée comme nous l'avons vu, par les os maxillaires supérieurs et les os palatins, est circonscrite en avant et latéralement par l'arcade dentaire supérieure. Elle est revêtue d'une membrane muqueuse épaisse, très-dure et présentant des ondulations transversales. En arrière, elle se continue avec une cloison musculo-membraneuse, le *voile du palais*, tapissé antérieurement par la muqueuse buccale, postérieurement par la pituitaire, et dont le bord inférieur libre et flottant, présente sur la ligne médiane un appendice, la *luette.*

Chacun de ses bords latéraux se continue avec la langue et le pharynx par deux replis qu'on nomme les *piliers* du voile du palais, et dans l'intervalle desquels sont logées, de chaque côté, les amygdales. A l'état de repos, le voile du palais ferme l'arrière-bouche ; en se relevant, il empêche les aliments, les boissons et la voix de passer dans les fosses nasales.

La *langue* est un corps charnu, symétrique, plus long que large, aplati de haut en bas, plus épais vers son milieu qu'à ses extrémités, plus large en arrière qu'en avant et arrondi sur ses bords. On nomme *base* de la langue son extrémité postérieure, et *pointe* ou *sommet*

son extrémité antérieure. La face supérieure ou *dos* de la langue et une partie de ses bords sont parsemés de *papilles* qu'on distingue en papilles coniques, fongiformes (*fungus*, champignon) et caliciformes. La face inférieure est libre dans son tiers antérieur, où l'on remarque un repli muqueux nommé le *frein* ou *filet* de la langue ; ses deux tiers postérieurs reçoivent les muscles qui fixent la langue aux parties voisines. La base ou *racine* de la langue se fixe à l'os *hyoïde*, demi-cercle osseux, bifurqué à ses extrémités, placé entre la langue et le larynx, et qui, relié par des muscles à ces deux organes, les rend solidaires dans leurs mouvements d'élévation et d'abaissement.

La langue est formée de muscles dont les uns lui sont propres et les autres la rattachent à l'os hyoïde, à la mâchoire inférieure et à l'apophyse styloïde du temporal. Tous ces muscles entre-croisent leurs fibres d'une manière inextricable surtout vers la partie supérieure. Sur la ligne médiane et au centre de la langue, ils se fixent à une lame cartilagineuse, sorte de prolongement médiat de l'os hyoïde et qui donne à l'ensemble plus de solidité. La muqueuse buccale revêt la langue et présente à sa face dorsale une densité remarquable.

L'entre-croisement très-complexe des fibres musculaires de la langue lui permet les mouvements les plus variés. Elle peut s'élever ou s'abaisser, s'allonger ou se raccourcir en se retrécissant ou s'élargissant, amincir sa pointe, se courber en haut et en bas, se creuser en canal dans le sens de sa longueur ou de sa largeur, promener sa pointe et ses bords sur les parties de la bouche où la mastication disperse les aliments, enfin développer dans ses mouvements et dans ses changements de

forme beaucoup de force et l'adresse la plus délicate.

La langue reçoit trois nerfs : le *grand hypoglosse*, qui lui donne le mouvement ; le nerf *lingual* et le *glosso-pharyngien*, qui sont les nerfs sensitifs du goût. Sous l'influence du premier, elle prend part aux fonctions digestives et à l'articulation des sons ; douée par les autres d'une sensibilité spéciale, elle est l'organe principal du goût.

Le fond de la cavité buccale communique avec le *pharynx*, canal aux parois élastiques, formées de muscles et tapissées d'une membrane muqueuse. Le pharynx, qui s'étend de l'arrière-bouche à l'œsophage, est comme le vestibule de ce dernier conduit, comme une sorte d'entonnoir qui, dans sa partie supérieure, se prête aux mouvements de la déglutition et concourt à la résonnance de la voix. Sa paroi antérieure est formée par le larynx dont l'orifice supérieur, surmonté de l'épiglotte, s'ouvre dans la cavité pharyngienne, en sorte que celle-ci n'est qu'un demi-canal complété en avant par le larynx.

Le pharynx se continue inférieurement avec l'*œsophage*, tube formé de deux membranes dont l'externe est musculeuse et l'interne muqueuse. Extensible et très-contractile, l'œsophage descend entre la colonne vertébrale et la trachée-artère, qu'il déborde un peu à gauche ; parvenu dans le thorax, il suit le médiastin postérieur ; enfin il traverse le diaphragme et s'ouvre dans l'estomac.

Estomac. On a comparé la forme de l'estomac à celle d'une cornemuse ; c'est une large poche, dilatation du tube digestif, placée transversalement à la partie supérieure de l'abdomen. Son extrémité gauche ou *grosse*

tubérosité, logée dans l'hypocondre, est arrondie et plus large que la droite, qui correspond à l'épigastre ; en haut il forme une courbe à concavité supérieure, c'est

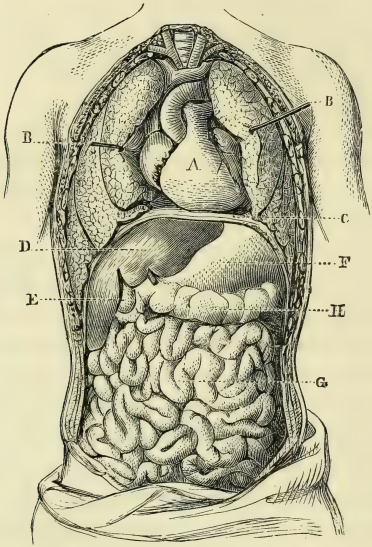


Fig. 24. — Coupe transversale des cavités thoracique et abdominale.

A Cœur.
B B Poumons écartés pour laisser voir le cœur.
C Diaphragme.
D Foie.
E Vésicule biliaire.
F Estomac.
G Intestin grêle.
H Côlon transverse.

la *petite courbure ;* en bas une courbe à convexité inférieure, *grande courbure*. On nomme *orifice cardiaque* ou *cardia* l'ouverture par laquelle il communique avec l'*œsophage*, et qui est placée à droite de la grosse tu-

bérosité, *orifice pylorique* ou *pylore*, celle qui donne passage aux aliments dans l'intestin.

Les parois de l'estomac sont formées de quatre membranes qui sont, de l'extérieur à l'intérieur, une membrane séreuse, le péritoine, une membrane musculeuse, une fibreuse et une muqueuse. La membrane musculeuse se compose de trois plans de fibres superposées, les unes longitudinales, les autres circulaires; ces fibres, espacées et ténues dans la plus grande partie de l'estomac, sont plus rapprochées et plus fortes vers le pylore; elles forment autour de cet orifice un anneau musculeux qu'on nomme la *valvule du pylore*.

Le *tube intestinal*, qui fait suite à l'estomac, est un canal dont les parois, comme celles de ce viscère, sont formées de quatre membranes, séreuse, musculeuse, fibreuse et muqueuse. On le divise en intestin grêle et gros intestin. L'*intestin grêle* se compose du duodenum, du jejunum et de l'iléon. Le *duodenum* a été nommé ainsi parce qu'il mesure à peu près douze travers de doigt en longueur, il s'étend de l'estomac au *jejunum*, dont aucune ligne de démarcation ne le sépare, non plus que le jejunum de l'*iléon*. C'est par une distinction purement arbitraire que les anciens anatomistes ont donné des noms différents à ces trois portions du tube digestif. Le *gros intestin* diffère extérieurement de l'intestin grêle par ses dimensions et parce qu'il offre une suite de renflements plus marqués. Le *cæcum* est sa partie supérieure ; d'un calibre plus grand que celui de l'iléon, il est en outre séparé intérieurement de ce dernier par la *valvule iléo-cæcale*, repli des membranes internes destiné à empêcher le reflux des liquides. Ce n'est pas par son extrémité, mais par un orifice latéral, que le

cæcum s'abouche à l'iléon ; au-dessous de cet orifice il forme une sorte d'ampoule terminée par l'*appendice vermiculaire* ou *cæcal*. Au cæcum fait suite le *côlon*, qui n'en est séparé que par une limite fictive. C'est la partie la plus longue et la plus large du gros intestin ; il forme une courbure, *arc du côlon*, et on le divise en *côlon ascendant*, *côlon tranverse* et *côlon descendant*, auquel succède le *rectum*, extrémité du tube intestinal.

La longueur totale de l'intestin est d'environ 8 mètres. Il occupe une grande partie de l'abdomen et s'y replie en sinuosités ou *circonvolutions* nombreuses.

Le péritoine (*peri*, autour ; *teinein*, étendre) enveloppe le canal intestinal, le fixe à la colonne vertébrale par un double feuillet membraneux, le *mésentère*, et le recouvre en partie d'un repli flottant, l'*épiploon*. Qu'on se figure une toile appliquée à elle-même dans son milieu de manière à former un long et large pli. Au fond et dans le dédoublement de ce pli est logé l'intestin que nous supposons étendu en ligne droite. La toile qui l'embrasse adhère fortement aux trois quarts de sa surface et vient se réappliquer à elle-même. Les deux *feuillets* de cette toile péritonéale sont unis par du tissu cellulaire qui en permet l'écartement dans la distension de l'intestin. Si maintenant on fronce ce pli à sa base, le limbe dans lequel l'intestin est contenu formera de nombreuses sinuosités, et telle est la disposition des *circonvolutions intestinales*. Dans la région du côlon, le pli que forme le péritoine est beaucoup plus large et l'intestin est logé dans le milieu de sa largeur, le reste retombe comme un voile au-devant de la masse intestinale et remonte jusqu'à l'estomac

qu'il recouvre en partie, ainsi que le foie et la rate. Ce voile mobile est l'*épiploon* (*epi*, sur ; *pleô*, je flotte). La partie du pli située en arrière de l'intestin se fixe au-devant de la colonne vertébrale et prend le nom de *mésentère* (*mesos*, milieu ; *enteron*, intestin).

Membrane muqueuse. Cette membrane est pour l'intérieur des cavités qu'elle tapisse ce que la peau est à la surface du corps, c'est une peau intérieure qui se continue avec l'extérieure. Comme celle-ci, la membrane muqueuse est un organe d'absorption et d'exhalation. Elle est formée d'un chorion et d'une sorte d'épiderme, nommé l'*épithélium*, variable dans sa texture et ses éléments, suivant qu'il doit offrir plus ou moins de résistance. Un liquide particulier, le *mucus*, est sécrété par cette membrane, dont il entretient la souplesse. La muqueuse présente dans le canal digestif, jusqu'à la fin de l'intestin grêle, des *papilles* ou *villosités* en grand nombre, surtout à la langue. Dans l'estomac cette membrane offre des plis nombreux qui s'effacent quand le viscère est distendu. Enfin, dans toute la longueur de l'intestin grêle, elle forme les *valvules conniventes*, replis destinés à multiplier les surfaces d'absorption.

Foie. Le foie est un organe de nature glanduleuse et, comme toutes les glandes, destiné à une sécrétion spéciale, il sépare du sang les principes qui constituent la *bile*. Situé dans l'hypochondre droit, où il s'enfonce sous la voûte du diaphragme, le foie occupe aussi une partie de l'épigastre et s'y trouve en rapport avec l'estomac, l'arc du côlon, etc.; en arrière il correspond à

la colonne vertébrale, à l'aorte et à la veine cave inférieure, en avant à la base de la poitrine. Des ligaments, replis du péritoine, le maintiennent en place ; le plus important est le *ligament suspenseur*. Le foie est d'une forme difficile à déterminer, sa face supérieure est convexe, l'inférieure est légèrement concave. Il se divise en *lobe droit* et *lobe gauche;* à ce dernier se rattache une sorte d'appendice nommé *lobe de Spiegel*. La face inférieure du foie présente les *sillons longitudinal* et *transversal;* ce dernier reçoit la veine porte. Vu en masse, le foie est d'une couleur rouge brun, son parenchyme est jaunâtre, granuleux et contenu dans une enveloppe de tissu cellulaire nommé *capsule de Glisson*. On y distingue plusieurs ordres de vaisseaux; l'*artère hépatique* y apporte le sang nourricier de l'organe, la *veine porte* y amène le sang qui doit s'y épurer, la *veine hépatique* transmet à la veine cave inférieure le sang élaboré par la glande, enfin les *conduits biliaires* sécrètent ou transportent le liquide extrait du sang par le foie et que reçoit la *vésicule biliaire* située sous le lobe droit.

Le tissu propre du foie est essentiellement constitué par les *conduits sécréteurs* de la bile, dont chacun se termine par une granulation ou *acinus ;* un réseau de capillaires de la veine porte entoure ces granulations qui, par leur réunion en grappe, forment le foie et sont autant de diminutifs de cette glande. Les conduits sécréteurs se continuent avec les *conduits* hépatiques, et les capillaires de la veine porte, avec ceux des veines hépatiques qui transmettent à la veine cave inférieure le sang dont la bile a été séparée. Le foie sécrète aussi du sucre qui, formé dans cette glande, aux dé-

pens du sang de la veine porte, se décompose ensuite et disparaît, à l'état normal, dans le travail de la nutrition.

Pancréas. C'est une glande de forme allongée ; située derrière l'estomac, elle sécrète le *suc* pancréatique, liquide analogue à la salive, que le *canal pancréatique* verse dans le *canal cholédoque*, près de son orifice dans le duodenum.

Rate. Organe spongieux et vasculaire, situé dans l'hypochondre gauche entre l'estomac et les fausses côtes, la rate sert de réservoir et comme de trop-plein au sang de la veine porte ; ses usages spéciaux sont inconnus.

Les *reins*, au nombre de deux, sont placés à droite et à gauche des vertèbres lombaires dans la partie inférieure des hypochondres. Ce sont des glandes d'une structure particulière et très-compliquée. Ils séparent l'urée du sang et transmettent à la vessie la sécrétion urinaire, par deux conduits nommés les *uretères*. La partie supérieure des reins est recouverte par les *capsules surrénales*, organes dont les usages sont inconnus.

Mécanisme de la digestion. Cette fonction consiste dans la dissolution, la liquéfaction et l'absorption des substances alimentaires, elle prépare la nutrition en séparant les principes assimilables, qui doivent être mêlés au sang, de ceux qui ne peuvent faire partie de l'organisme. Les aliments subissent dans la bouche une première élaboration nécessaire à leur introduction dans le canal digestif et non moins importante au

point de vue de leur transformation chimique. Ils y sont en effet mêlés à la salive qui les ramollit, en dissout une partie et lubrifie le bol alimentaire, facilitant ainsi la mastication, la gustation et la déglutition. De plus, la salive transforme les substances amylacées, contenues dans les aliments, en dextrine d'abord, puis en glycose ou sucre; elle émulsionne une partie des corps gras, c'est-à-dire qu'elle les divise en parcelles, tenues en suspension dans le liquide salivaire, et commence la décomposition qui doit s'achever dans le canal digestif.

Digestion stomacale. De la bouche, le bol alimentaire descend par le pharynx et l'œsophage dans l'estomac, où il se mêle au *suc gastrique*, un des agents les plus puissants de la digestion. Le suc gastrique est sécrété par des tubes glandulaires situés dans la membrane muqueuse de l'estomac. C'est un liquide incolore, d'une saveur à la fois salée et acide ; il renferme, entre autres éléments, des chlorures alcalins, de l'acide lactique et une substance organique, la *pepsine*, qui lui est particulière. Le suc gastrique se déverse en quantité considérable dans l'estomac, lorsque des aliments y sont introduits, se mêle à leur masse, les ramollit et y détermine une fermentation par suite de laquelle ils se liquéfieront ultérieurement. Pendant la digestion un mouvement particulier s'opère dans l'estomac et dans le tube intestinal; les fibres circulaires de la membrane musculeuse se contractent successivement de haut en bas et poussent dans le même sens les substances alimentaires ; à mesure que les fibres inférieures se contractent, les supérieures se relâchent

pour se contracter de nouveau ; c'est ce qu'on nomme le *mouvement péristaltique*. Sous son influence les aliments contenus dans l'estomac sont incessamment agités, mêlés au suc gastrique et dirigés vers le *pylore*. Cet orifice a été nommé ainsi parce qu'il est comme le portier de l'estomac, laissant passer les aliments suffisamment élaborés et retenant les autres dans le viscère. Après un temps qui varie de trois à cinq heures, suivant les âges et les individus, la masse alimentaire a été convertie tout entière en une pâte grisâtre, acide et presque liquide, elle prend alors le nom de *chyme* et la fonction de l'estomac, la *chymification*, est accomplie.

Digestion intestinale. A mesure que le chyme arrive par l'orifice pylorique dans le duodenum, la bile et le suc pancréatique y affluent comme le suc gastrique dans l'estomac. L'une et l'autre aident à la liquéfaction du chyme par l'eau qu'ils contiennent et par leur action spéciale sur les matières qui les composent ; le suc pancréatique continue, avec plus de force que la salive, la transformation des matières amylacées en glycose, et concourt à la digestion des matières animales en émulsionnant les corps gras ; la bile paraît agir surtout en excitant les fonctions de l'intestin ; enfin un liquide sécrété par la muqueuse intestinale, comme le suc gastrique dans l'estomac, ajoute son action à celle des sécrétions biliaire et pancréatique. Sous l'influence de ces agents, de la fermentation dont la pepsine a été le principe et du mouvement péristaltique, le chyme se liquéfie pendant sa marche dans l'intestin grêle et se transforme en un liquide blanc, d'apparence lactée, le *chyle*, que les *vaisseaux chylifères*, ramifiés dans la

muqueuse, absorbent et portent dans le canal thoracique d'où il va se mêler au sang.

Absorption. Au moment où le chyle est formé, la digestion, proprement dite, peut être considérée comme accomplie ; cependant on rattache à cette fonction l'absorption du chyle qui doit encore se perfectionner, dans son parcours entre l'intestin grêle et les veines, avant de s'identifier au sang.

Une substance est absorbée lorsque, mise au contact d'une partie vivante, elle a passé dans les vaisseaux sanguins, lymphatiques ou chylifères. L'absorption consiste donc dans le passage d'une substance de l'extérieur à l'intérieur des vaisseaux.

Les corps ne sont absorbés qu'à l'état de solution ou à l'état gazeux, et le mécanisme de l'absorption paraît être analogue à celui de l'*endosmose*, phénomène dont on doit la découverte à Dutrochet et qui résulte de la propriété qu'ont les tissus de laisser passer les corps liquides ou gazeux à travers leurs conduits capillaires, suivant certaines lois. Si, par exemple, on sépare au moyen d'une membrane, deux liquides miscibles, quoique différents de nature et de densité, il s'établit à travers la cloison membraneuse deux courants dirigés en sens inverse et de force inégale, tendant à mêler les deux liquides. Le courant fort est généralement produit par le liquide le moins dense, c'est ce qu'on nomme l'*endosmose*, le courant faible est l'*exosmose*. M. Béclard désigne sous le nom d'*osmose* la force qui détermine le courant prédominant, et considère le courant faible ou l'exosmose comme un phénomène de *diffusion;* c'est par ce mot que les physiciens expri-

ment la propriété qu'ont certains corps de se pénétrer mutuellement.

Les tissus absorbent plus ou moins un même corps, en vertu de propriétés qui ne sont pas connues. Ainsi tel poison qui reste sans effet sur la muqueuse de l'estomac, est rapidement absorbé par celle des poumons. Les membranes muqueuses absorbent plus rapidement que la peau, et ce dernier tissu se montre d'autant plus perméable qu'il est moins épais, moins dense et revêtu d'un épiderme plus mince. L'absorption est, à plus forte raison, très-rapide par inoculation, c'est-à-dire quand la substance qui doit être absorbée est introduite dans la profondeur des tissus. Quel que soit, du reste, le point dans lequel se fait l'absorption, elle a lieu par les vaisseaux lymphatiques et surtout par les veines. Les veines absorbent un plus grand nombre de substances que les lymphatiques et les transportent plus vite que ces derniers vaisseaux dans la circulation, elles se chargent particulièrement des matériaux qui doivent être rejetés de l'économie, tandis que les lymphatiques absorbent de préférence ce qui peut encore être assimilé. Les veines et les vaisseaux chylifères, qui sont une variété de lymphatiques, absorbent dans la muqueuse intestinale les produits utiles de la digestion, mais les chylifères s'emparent des graisses et les veines plus spécialement des boissons, de l'albumine, du sucre et des sels.

On sait avec quelle rapidité certaines substances, introduites dans le tube digestif ou dans les poumons, passent dans d'autres organes et s'exhalent ou sont éliminées. C'est ainsi qu'on a reconnu la présence du cyanure de potassium et de fer dans la vessie, dix mi-

nutes après son ingestion dans l'estomac ; l'indigo, l'acide gallique et d'autres matières colorantes ou d'une odeur caractéristique parcourent ainsi en quinze ou vingt minutes les détours nombreux de la circulation.

L'absorption est bien plus rapide encore, comme nous l'avons dit, quand elle a lieu par la peau dépouillée de son épiderme. Cinq à six minutes suffisent alors en général pour que les alcaloïdes extraits du pavot et de la belladone manifestent leur action sur le système nerveux ; on voit même dans certains cas cette action se produire en quelques secondes ; d'autres substances, notamment le sulfate de cuivre, ont sur l'estomac un effet presque aussi prompt, de même que le chloroforme et plusieurs gaz, mis en contact avec la muqueuse pulmonaire, déterminent des phénomènes qui peuvent se développer avec une rapidité foudroyante. La médecine tire un grand secours de cette propriété absorbante des tissus, grâce à laquelle bien des douleurs sont épargnées chaque jour à l'humanité.

CHAPITRE VIII

Respiration. — Cavité thoracique; plèvre.— Organes de la respiration : poumons, trachée-artère, bronches. — Respiration; influence de la respiration sur le sang, hématose, théorie de Lavoisier, chaleur animale; mécanisme de la respiration, bruits respiratoires, fréquence de la respiration; capacité des poumons; modification de l'air dans les poumons. — Influence de la pression atmosphérique sur la respiration, mal de montagnes.

Cavité thoracique. Le thorax ou poitrine est, comme nous l'avons vu, formé par la colonne vertébrale, les côtes et le sternum; les omoplates et les clavicules sont des os de l'épaule et du bras, appendice du thorax. La poitrine représente une cage osseuse (fig. 11, p. 33) dont les interstices sont remplis par des muscles et dont l'intérieur est la *cavité thoracique* (fig. 21, p. 96). C'est la seconde du corps en étendue ; elle a la forme d'un cône légèrement aplati d'avant en arrière et dont la base, tournée en bas, est échancrée en avant. Son sommet est circonscrit par le sternum, les clavicules, la première côte de droite et de gauche et la septième vertèbre cervicale ; son pourtour par le sternum, les côtes et les vertèbres dorsales; sa base par les fausses côtes, les cartilages costaux et l'appendice xyphoïde. A cette base correspond le diaphragme

(fig, 21, p. 96), cloison musculeuse, dont les faisceaux rayonnent autour d'une aponévrose centrale, et qui ferme en bas la poitrine dans laquelle elle s'enfonce comme une voûte un peu déprimée au centre. Le diaphragme s'attache au contour cartilagineux des fausses côtes, à l'appendice xyphoïde et aux vertèbres lombaires. Cette dernière insertion a lieu par des faisceaux musculeux qu'on nomme les *piliers* du diaphragme. L'aponévrose centrale de ce muscle présente la forme d'une feuille de trèfle, elle a été considérée dans l'antiquité comme un centre nerveux peut-être à cause de l'angoisse et des sensations particulières que les émotions vives déterminent à l'épigastre, ou parce que l'on confondait les fibres tendineuses avec le tissu nerveux.

Plèvre. La cavité de la poitrine est tapissée par une membrane séreuse, la *plèvre*, qui forme dans chaque moitié de cette cavité un sac sans ouverture. Il y a donc deux plèvres, l'une à droite, l'autre à gauche. Après avoir recouvert, en partant des bords du sternum et des cartilages costaux, les parois latérales de la poitrine et une partie du corps des vertèbres, les plèvres se rapprochent, laissant entre elles un espace qu'on nomme le *médiastin postérieur*. Arrivées à la racine des poumons, elles se réfléchissent de dedans en dehors, tapissent une partie du péricarde et de la face interne des poumons, leurs bords postérieurs et leur face externe, s'enfoncent dans les scissures interlobaires, se replient sur le bord antérieur des poumons et sur leur face interne jusqu'à leur racine, puis, se réfléchissant d'arrière en avant, recouvrent les côtés du péricarde, au-devant du-

quel elles s'adossent, et parviennent, en se séparant de nouveau, aux bords du sternum, d'où nous les avons fait partir. L'espace qu'elles laissent entre elles derrière le sternum est le *médiastin antérieur*, séparé, comme on voit, du médiastin postérieur par le cœur et la racine des poumons. A la partie supérieure de la poitrine, les plèvres forment une cavité conique qui reçoit le sommet du poumon, en bas elles revêtent la face supérieure du diaphragme. Dans le médiastin postérieur sont logés l'œsophage, l'aorte, la veine azygos, le canal thoracique et la partie inférieure de la trachée-artère. Au médiastin antérieur répondent le *péricarde*, enveloppe du cœur, et le *thymus*, organe dont les fonctions ne sont pas connues.

Ainsi la partie de la plèvre qui enveloppe les organes de la poitrine et celle qui tapisse les parois de cette cavité, sont appliquées l'une à l'autre, sans adhérence, dans l'état normal, et permettent les mouvements d'expansion et de retrait des poumons et des parois thoraciques. La nature séreuse des plèvres assure la liberté de ces mouvements, et prévient toute rudesse dans le frottement continuel des surfaces.

Organes de la respiration. Poumons. Comme leur nom l'indique, les poumons (*pneumôn*, de *pneô*, je respire), sont l'organe essentiel de la respiration. Au nombre de deux, mais recevant l'air d'un même canal et le sang d'un seul vaisseau, ils doivent être considérés comme l'expansion terminale des ramifications de la trachée-artère, ou, si l'on veut, comme les deux têtes d'un même arbre. Placés dans la poitrine dont ils occupent la plus grande partie, et qui est comme leur moule

(fig. 23, p. 104), ils représentent deux cônes irréguliers, reposant par leurs bases sur le diaphragme, remplissant de leurs sommets les deux espaces coniques

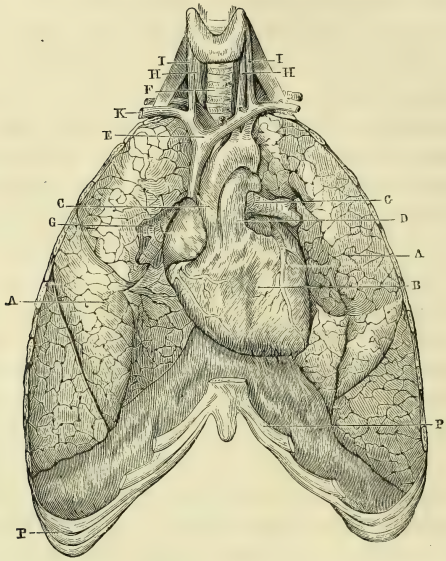


Fig. 25. — Les poumons et le cœur.

A A Poumons dont les bords antérieurs sont écartés pour laisser voir le cœur et les bronches.
B Cœur.
C Aorte.
D Artère pulmonaire.
E Veine cave supérieure.
F Trachée-artère.
G G Bronches.
H H Artères carotides.
I I Veines jugulaires.
J J Artères sous-clavières.
K K Veines sous-clavières.
P P Cartilages costaux.
Q Artère cardiaque antérieure.
R Oreillette droite.

que tapisse la plèvre à la partie supérieure du thorax, et séparés par le cœnr et le médiastin. Le poumon

droit, plus court et plus large que le gauche, est divisé dans sa hauteur en trois lobes par deux scissures obliques ; le gauche n'offre qu'une scissure. La face interne des poumons est concave ; vers son milieu, dans la *racine des poumons*, s'engagent les bronches et les vaisseaux pulmonaires ; leur base se moule sur la convexité du diaphragme ; leur bord, mince en avant et en bas, épais et arrondi en arrière, recouvre en partie le cœur et remplit l'espace qui sépare le diaphragme des parois thoraciques, ainsi que la gouttière comprise entre les côtes et les vertèbres. Toute la surface des poumons, recouverte par la plèvre, est lisse et humectée de sérosité.

Le tissu propre du poumon, ou *parenchyme pulmonaire*, est d'un rose grisâtre, mou, spongieux, élastique, crépitant sous la pression, à cause de l'air qu'il renferme. Il est divisé en lobules polyédriques, très-variables dans la forme et la disposition des facettes qui permettent leur juxtaposition exacte et sans intervalles, séparés par des cloisons de tissu cellulaire, indépendants et sans communication entre eux. Chacun de ces lobules forme une grappe de petits alvéoles, appelés *cellules* ou *vésicules pulmonaires*, fermées en cul-de-sac et recevant l'air des ramifications bronchiques, dont elles sont les renflements terminaux. Le diamètre des vésicules pulmonaires est de 5 à 8 centièmes de millimètre ; on peut juger d'après cela de la ténuité de leurs parois dans l'épaisseur desquelles rampent cependant des vaisseaux capillaires. Chaque lobule représente donc un petit poumon, diminutif de l'organe entier. Un ramuscule bronchique et une petite artère s'y rendent, des veines et des vaisseaux lymphatiques en partent. A

la surface du poumon les lobules se présentent circonscrits par leurs cloisons intermédiaires et forment une mosaïque dont la teinte marbrée varie du rose au noir. Ces particules noires se composent principalement d'une substance charbonneuse qui pénètre dans le poumon, soit avec l'air, soit avec le sang, et qu'on nomme *charbon pulmonaire*.

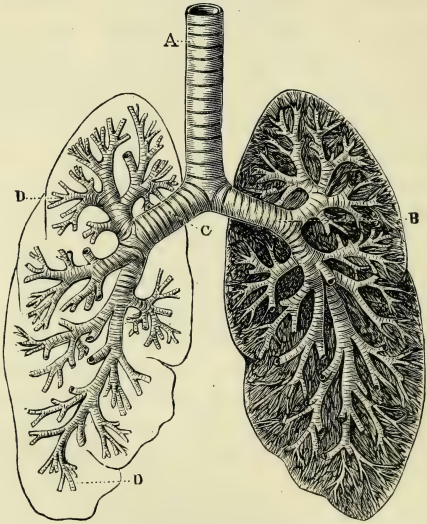


Fig. 26. — Coupe montrant les ramifications des bronches dans les poumons.

A Trachée-artère.
B C Bronches.
D D Ramuscules bronchiques.

Les poumons reçoivent l'air par le larynx, la trachée-artère et les bronches. Le *larynx*, organe de la voix, et dont nous parlerons plus loin, se continue par son orifice inférieur avec la *trachée-artère*. Celle-ci représente

un tuyau cylindrique un peu aplati en arrière, composé d'une série d'anneaux cartilagineux réunis par une membrane fibreuse et tapissée intérieurement d'une membrane muqueuse : elle est placée à la partie antérieure du col et se dirige verticalement de haut en bas. Les anneaux de la trachée-artère, interrompus dans leur circonférence vers le quart postérieur du canal aérien, n'embrassent pas tout son pourtour ; ce sont, à proprement parler, des arcs. Au nombre de seize à vingt, ils forment autant de saillies à la surface de la trachée, dont ils rendent le toucher onduleux et rude. C'est de là qu'est venu le nom de trachée-artère (*trachys*, rude ; *arteria*, artère), ce canal ayant été confondu primitivement avec les vaisseaux artériels, que l'on croyait destinés aussi à contenir de l'air.

A la hauteur de la troisième vertèbre dorsale, la trachée se divise en deux conduits que l'on nomme les *bronches*, et qui, parvenus à la racine des poumons, donnent naissance à des ramifications nombreuses, désignées sous le même nom que leurs troncs d'origine, et de plus en plus déliées. Des deux bronches principales, la droite est plus large que la gauche, et la gauche a deux fois la longueur de la droite, l'une et l'autre sont ainsi que leurs ramifications jusqu'à une certaine limite, constituées, comme la trachée-artère, par des anneaux cartilagineux incomplets, une membrane fibreuse et une muqueuse à épithélium *cylindrique* et pourvu de cils vibratiles. A partir du calibre d'un demi-millimètre environ, les ramuscules bronchiques n'ont plus d'anneaux cartilagineux, leur membrane muqueuse s'amincit et n'est plus séparable de leurs parois. Ils continuent à se subdiviser et se terminent, comme nous

l'avons dit, par les vésicules pulmonaires dont l'agglomération en grappes constituent les lobules du poumon, et dans lesquelles la membrane muqueuse n'est plus qu'une couche d'épithélium *pavimenteux*.

Indépendamment de l'artère et des veines pulmonaires, par lesquelles le sang noir arrive au poumon et retourne au cœur transformé en sang artériel, c'est-à-dire outre les vaisseaux destinés à l'hématose, les artères et les veines bronchiques font circuler dans les poumons le sang destiné à la nutrition de ces organes. De plus, il paraît probable que le parenchyme pulmonaire utilise pour lui-même une partie du sang rouge qui se produit dans ses cavités. On rencontre aussi dans les poumons des vaisseaux lymphatiques fort nombreux. Les nerfs qui s'y distribuent viennent du pneumogastrique et du système ganglionnaire.

Respiration. La respiration est une fonction caractésée par l'introduction de l'oxygène de l'air dans le sang et l'expulsion, sous forme gazeuse, d'une partie des matériaux inutiles ou nuisibles à l'organisme. Elle se divise en deux temps : l'*inspiration*, pendant laquelle l'air atmosphérique pénètre dans les vésicules pulmonaires, et l'*expiration*, qui chasse des poumons l'air modifié pendant son séjour dans les organes. Parvenu dans les vésicules du poumon, l'air s'y trouve séparé du sang par leurs parois et par celles des capillaires qui s'y ramifient. Si minces que soient ces membranes, elles suffisent à contenir dans des cavités distinctes l'air et le sang, mais ici, comme dans l'absorption intestinale, on voit se produire un phénomène analogue à ceux de l'endosmose et de l'exosmose. L'oxygène de l'air traverse donc les parois des vésicules pour se combiner avec le sang,

tandis que ceux des gaz contenus dans ce dernier fluide qui doivent être éliminés s'en séparent et vont se mêler à l'air qui les emporte avec lui dans l'expiration. C'est, comme on voit, un échange de gaz qui se fait entre l'air et le sang, le premier abandonnant au second de l'oxygène et en recevant d'autres fluides gazeux, parmi lesquels l'acide carbonique domine comme volume. Ce dernier gaz, en excès dans le sang veineux, s'exhale au dehors, tandis que l'oxygène de l'air se combine avec le sang rapporté au cœur par les veines, privé d'une partie de ses éléments nutritifs et devenu impropre à l'entretien de la vie. Au contact de l'oxygène le sang veineux perd sa teinte noirâtre, devient d'un rouge éclatant et retourne au cœur transformé en sang artériel. L'ensemble de ces phénomènes est ce qu'on nomme la sanguification, l'*hématose*.

Ainsi, d'une part l'oxygène atmosphérique est absorbé par le poumon, d'autre part le poumon exhale de l'acide carbonique, de l'azote et de la vapeur d'eau. D'où proviennent ces gaz et cette eau? L'acide carbonique ne s'est pas produit uniquement dans les poumons. Le sang veineux arrive dans l'organe de la respiration pauvre en oxygène et, relativement, chargé d'acide carbonique qu'il a reçu, dans son parcours, de tous les tissus ; partout cet acide a été produit par la combinaison du carbone avec l'oxygène emprunté à l'air inspiré, et transporté par le sang artériel dans l'économie. En un mot, l'oxygène combiné au sang pendant la respiration s'en est séparé peu à peu dans les capillaires du corps entier, pour faire naître des produits nombreux et, entre autres, de l'acide carbonique. Au sortir du cœur et dans les artères, le sang contenait 24 centimè-

tres cubes pour 1000 d'oxygène, dans les veines il n'en contient plus que 11 pour 1000. Quant à l'azote et à la vapeur d'eau, l'un est dégagé, l'autre produite pendant ce même travail de la nutrition, et tous deux sont puisés par l'organisme dans les principes qu'y introduisent la digestion et la respiration.

Chaleur animale. Ce fut Lavoisier qui, le premier, constata l'absorption de l'oxygène dans la respiration et montra par des expériences l'analogie qui existe entre les fonctions respiratoires et la combustion. « La respiration n'est, dit-il, qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène..... Dans la respiration comme dans la combustion, c'est l'air de l'atmosphère qui fournit l'oxygène... Mais dans la respiration, c'est la substance même de l'animal ; c'est le sang qui fournit le combustible... »

On a cru longtemps que cette combustion avait lieu seulement dans le poumon ; mais l'expérience, en confirmant la découverte de Lavoisier, a démontré partout où le sang artériel porte l'oxygène, c'est-à-dire dans l'organisme entier, l'oxydation des éléments carbonés et hydrogénés qu'il renferme. Cette combustion lente des éléments du sang, au contact de l'oxygène absorbé, est la source de la chaleur animale. Elle se produit incessamment, avec une activité variable, préparant l'assimilation des principes que le sang apporte dans les organes et l'élimination de ceux qui, plus ou moins oxydés, s'exhalent sous forme de gaz et de vapeur d'eau où s'échappent par différentes voies de sécrétion.

Le développement de la chaleur animale varie sensiblement, quoique dans des limites restreintes, suivant l'activité des réactions chimiques qui le produisent.

Aussi le sang n'a-t-il pas la même température dans les différentes parties du système vasculaire. Il est moins chaud dans l'artère rénale, au moment d'entrer dans le rein, qu'il ne l'est dans la veine rénale, en sortant de l'organe où il a subi une élaboration, source de chaleur ; la même cause élève sa température dans le foie, d'où il sort plus chaud qu'il n'y est entré. Au moment où sa température vient d'être ainsi élevée, il arrive dans les cavités droites du cœur d'où il passe dans les poumons. Là il se charge d'oxygène, mais en même temps il se refroidit au contact de l'air inspiré, plus froid que l'air expiré, et il revient dans les cavités gauches du cœur, moins chaud qu'il ne l'était dans les cavités droites. Sur d'autres points il est plus chaud dans les artères que dans les veines. Ces différences de température ne vont pas toutefois au delà de $\frac{1}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de degré.

C'est surtout dans les profondeurs des organes et des tissus qu'ont lieu ces réactions chimiques, aussi la température est-elle plus élevée de plusieurs degrés dans les parties centrales du corps qu'à la périphérie et aux extrémités soumises d'ailleurs aux causes extérieures de refroidissement. L'oxydation du sang est surtout activée par le travail de la digestion et par le mouvement, c'est-à-dire par la contraction musculaire, qui augmente rapidement, comme on sait, la chaleur du corps.

L'homme produit en 24 heures, par une température moyenne, une quantité de chaleur suffisante pour élever à 100° (eau bouillante) 25 kilogrammes d'eau à 0° (glace fondante). Cette chaleur se perd par le contact de l'air, l'évaporation et le rayonnement ; mais elle permet à l'homme de vivre sous tous les climats, à la condition

de régler convenablement son entretien et sa déperdition.

Mécanisme de la respiration. Nous avons vu que la respiration se divisait en deux temps, l'inspiration et l'expiration. Dans l'*inspiration*, le diaphragme se contracte et s'abaisse en refoulant les organes abdominaux, les côtes s'élèvent, par la contraction de muscles nombreux, en même temps que le sternum, qui se porte en avant, les espaces intercostaux s'élargissent et la poitrine se développe dans toute son ampleur, suivant ses diamètres vertical, antéro-postérieur et transversal. Dans l'*expiration*, les muscles inspirateurs se relâchent et d'autres muscles, notamment ceux de l'abdomen, abaissent les côtes et le sternum en resserrant la poitrine, tandis que les poumons, distendus par l'air inspiré, reviennent sur eux-mêmes sous la pression des parois thoraciques et par leur propre élasticité. Les expériences de M. Duchenne (de Boulogne) tendent à prouver que cette contraction des poumons est due aux fibres musculaires qui accompagnent les bronches jusque dans leurs dernières ramifications.

La plupart des inspirations s'effectuent par le mouvement du diaphragme et des côtes inférieures seulement. De temps en temps une inspiration plus large et plus complète détermine le soulèvement non simultané mais successif de la base, puis du sommet du thorax. Dans le premier cas; la respiration est *diaphragmatique;* lorsque les côtes inférieures et moyennes se soulèvent, elle est dite *latérale;* enfin, quand la première côte et la clavicule prennent part au mouvement, la respiration est *costo-supérieure* ou *claviculaire*. Dans la respiration

diaphragmatique, comme l'a fait remarquer M. Mandl, le larynx est immobile ; l'inspiration, facile et sans effort, permet de prolonger longtemps, sans fatigue, les exercices du chant aussi bien que ceux de la gymnastique. Au contraire, les personnes qui respirent surtout par l'élévation des côtes supérieures se fatiguent et s'essouflent rapidement. C'est ce qu'on observe chez les femmes, lorsque le corset comprime la base de la poitrine, ou chez les chanteurs qui doivent à des principes erronés l'habitude de la respiration claviculaire. Dans ce dernier mode de respiration, le larynx s'abaisse par la contraction des muscles extrinsèques et ses fonctions deviennent pénibles ; de plus, l'effort des muscles inspirateurs amène rapidement la fatigue, et l'inspiration, toujours incomplète, est aussi plus fréquente. La respiration diaphragmatique est celle des montagnards, des gymnastes, des chanteurs habiles ; l'instinct ou une éducation bien dirigée leur en a fait prendre l'habitude.

Les mouvements respiratoires ne sont pas complétement soumis à la volonté. Après l'inspiration, il n'est pas possible de suspendre longtemps le mouvement contraire et, quand l'expiration a eu lieu, le besoin d'inspirer se fait de nouveau sentir impérieusement. On ne peut, en un mot, retenir son haleine que pendant un espace de temps assez court, deux ou trois minutes au maximum, et les plongeurs les plus exercés ne dépassent pas cette limite.

Bruits respiratoires. A l'état normal et pendant la veille, la respiration a lieu sans bruit quand ses mouvements sont modérés, mais quand l'inspiration ou

l'expiration sont fortes et profondes, elles s'accompagnent du bruit que fait l'air en passant par les fosses nasales ou par la bouche. Pendant le sommeil, la colonne d'air se brisant sur le voile du palais produit le ronflement. Outre ces bruits qui sont extérieurs à la poitrine, il s'en produit d'autres par le passage de l'air dans les canaux bronchiques, et quand on applique l'oreille aux parois de la poitrine chez une personne bien portante, on perçoit un bruit de souffle doux et régulier comme le rhythme de la respiration : c'est le *murmure vésiculaire*. Plusieurs causes morbides changent la nature de ce bruit, le suppriment ou en produisent d'autres. Ce sont autant de signes qui permettent au médecin d'apprécier l'état des organes respiratoires.

Fréquence de la respiration. Chez l'adulte au repos, la respiration a lieu généralement dix-huit fois par minute ; elle est plus fréquente chez l'enfant. On sait qu'elle devient très-active sous l'influence du mouvement et de toutes les causes d'excitation physique ou morale. L'attention que l'on donne à un travail difficile la retient au contraire, de sorte que bientôt il devient nécessaire de faire quelque larges inspirations, pour compenser l'insuffisance de celles qui ont précédé. Cet effet d'un travail pénible ou d'une grande tension d'esprit doit être surveillé chez les enfants, dont la constitution s'altère rapidement sous l'influence d'une respiration incomplète.

Capacité des poumons. On estime que, chez l'homme de trente-cinq à quarante ans, la capacité des poumons

est d'environ 3 litres 70 centilitres d'air, elle est moindre avant cet âge et tombe à un peu moins de 3 litres vers soixante ans. Chez la femme elle est plus faible et varie du reste suivant les individus. On ne peut d'ailleurs obtenir à cet égard par l'expérience que des résultats approximatifs, car les poumons ne se vident pas à chaque mouvement d'expiration, et leurs vésicules retiennent toujours une quantité d'air inspiré, d'autant plus grande que la respiration est plus calme et moins large.

Modification de l'air dans les poumons. On comprend, d'après ce qui précède, que l'air exhalé n'a pas le même volume ni les mêmes proportions d'éléments constituants que l'air inspiré. En effet, l'homme adulte absorbe par la respiration de 20 à 25 litres, c'est-à-dire 29 à 36 grammes d'oxygène par heure. Il exhale dans le même temps 20 litres ou 41 grammes d'acide carbonique, une quantité minime d'azote équivalente à un centième à peu près de l'oxygène absorbé, enfin 630 grammes environ d'eau, sous forme de vapeur. Cette exhalation d'eau par les poumons constitue la transpiration pulmonaire, fonction analogue à celle de la transpiration cutanée. C'est, comme nous l'avons dit, un air dépouillé d'une partie de son oxygène et chargé d'acide carbonique qui s'exhale dans l'expiration. Cet air contient 4 pour 100 d'acide carbonique. L'homme introduit en 24 heures dans ses poumons environ 9 mètres cubes d'air que les inspirations successives altèrent rapidement; aussi voit-on survenir les accidents les plus graves chez les individus placés dans un espace clos où l'air ne peut se renouveler. Au siècle

dernier, pendant la guerre des Anglais dans l'Inde, cent quarante-six prisonniers furent enfermés dans une salle à peine suffisante pour les contenir, et où l'air ne pénétrait que par deux étroites fenêtres ; au bout de huit heures, vingt-trois de ces hommes restaient seuls vivants et dans un état déplorable. Percy rapporte qu'après la bataille d'Austerlitz, trois cents prisonniers russes ayant été renfermés dans une caverne, deux cent soixante de ces malheureux succombèrent en quelques heures à l'asphyxie.

Influence de la pression atmosphérique sur la respiration. Mal de montagnes. On sait que la densité de l'air diminue avec la pression atmosphérique, c'est-à dire que, dans les régions inférieures de l'atmosphère, au bord de la mer, par exemple, l'air est plus dense que dans les régions élevées. Ainsi, pour absorber la quantité d'oxygène nécessaire à l'hématose, il faut respirer plus souvent sur les hautes montagnes que dans les pays de plaines ; mais l'accélération de la respiration et l'essoufflement ou anhélation qui l'accompagne ne deviennent sensibles que si la différence de hauteur est considérable et quand la distance est franchie rapidement. Gay-Lussac, dans son ascension aérostatique, s'étant élevé en six heures à 6997 mètres, avait la respiration gênée et très-accélérée ; ne faisant aucun mouvement qui nécessitât des efforts, il ne pouvait attribuer cet état qu'à la diminution de pression atmosphérique. Mais lorsqu'on s'élève sur les montagnes, le mouvement et les efforts de la marche ajoutent leurs effets à ceux de la hauteur et, quand on franchit en une journée une différence d'altitude de 2000 mètres,

on éprouve une accélération notable de la respiration et du pouls qui, chez beaucoup de personnes, s'accompagne d'un malaise particulier. C'est ce qu'on a nommé le *mal de montagnes*. Des phénomènes qui se présentent alors, le plus saillant est une fatigue ou pour mieux dire une paralysie incomplète du système musculaire et surtout des muscles locomoteurs, cette paralysie des jambes se développe graduellement et à chaque pas, de telle sorte qu'après en avoir fait un certain nombre, avec une difficulté croissante, il devient impossible d'en faire un de plus. Quelques secondes de halte suffisent à rendre aux muscles leur puissance, et il semble alors que l'on va pouvoir marcher sans crainte des mêmes accidents, mais bientôt ils se reproduisent et la halte redevient nécessaire. Plus on s'élève, moins on peut faire de pas d'une traite et, de cent cinquante, on arrive à n'en plus faire que cent, que cinquante, enfin que vingt ou trente. La somnolence, le mal de cœur, le découragement viennent quelquefois se joindre à cet épuisement périodique des forces, et, chez certaines personnes, le mal de montagnes présente la plus grande analogie avec le mal de mer. Chez d'autres, il se borne aux phénomènes qu'un exercice violent ou des efforts répétés déterminent toujours dans la respiration, la circulation et, par suite, dans le système musculaire. Trente pas sur une haute montagne obligent à s'arrêter comme une course forcée dans la plaine. La respiration accélérée par le mouvement et gênée par les efforts successifs ne suffit plus à l'hématose, la proportion entre le sang veineux et le sang artériel n'est plus normale et la congestion sanguine, inséparable de l'effort, a lieu dans les poumons, le cerveau et d'autres organes. Dès

que les muscles se relâchent quelques instants, deux ou trois larges inspirations font cesser rapidement la congestion en même temps qu'un flot de sang artériel va révivifier tout l'organisme.

Jusqu'à une hauteur d'environ 5000 mètres, l'homme peut s'acclimater assez facilement à l'air raréfié. De Humboldt a vu des Péruviens exploiter la ferme d'Antisana, située à 4101 mètres au-dessus de la mer, et les travaux agricoles nécessitent un développement de force incompatible avec le mal de montagnes, lors même qu'on n'y met pas l'énergie de nos cultivateurs européens. Jacquemont a visité dans le Thibet des villages à 5000 mètres de hauteur absolue. La Paz est située dans les Andes à 3717 mètres; cependant les habitants de cette ville ne souffrent nullement de la rareté de l'air, mais les étrangers nouvellement arrivés ne peuvent y faire une marche un peu longue sans s'arrêter souvent, et sont fort malheureux lorsque, au bal, les jeunes Péruviennes ont la malice de les inviter à faire quelques tours de valse. Il n'est pas besoin de dire que ces phénomènes, résultat du séjour dans un air raréfié, ne se produisent pas avec la même intensité chez tous ceux qui s'y exposent. Quelques personnes les ressentent à peine et s'acclimatent rapidement, d'autres en souffrent beaucoup et longtemps. Une foule de conditions particulières contribuent d'ailleurs à les rendre plus ou moins marqués, et les montagnards eux-mêmes en éprouvent quelquefois les effets comme les habitants de pays moins élevés.

CHAPITRE IX

Circulation. — Organes de la circulation ; cœur, péricarde ; artères, vaisseaux capillaires, principales artères ; veines, principales veines ; système de la veine porte ; vaisseaux et ganglions lymphatiques. — Mécanisme de la circulation ; découverte de la circulation, mouvements et bruits du cœur, circulation artérielle, pouls, circulation dans les capillaires ; circulation veineuse, valvules des veines ; chyle et lymphe versés dans les veines. — Hématose ; circulation dans l'artère pulmonaire, les capillaires et les veines pulmonaires — Influences qui accélèrent ou ralentissent les battements du cœur.

Circulation. Le sang est porté par les artères, du cœur à tous les organes, et retourne par les veines, de tous les organes au cœur. On nomme *circulation* cette marche du sang parcourant le corps entier, et revenant par un mouvement comme circulaire à son point de départ. A la circulation se rattache le transport de la lymphe et du chyle par les vaisseaux lymphatiques, tributaires et pourvoyeurs du système sanguin.

Organes de la circulation. Le *cœur* est un organe creux et musculaire ayant à peu près la forme d'un cône, dont la base serait égale à sa hauteur, et de la grosseur du poing chez l'adulte. Il est placé dans la poitrine, vers sa partie moyenne, un peu plus à gauche

qu'à droite (fig. 24, page 104), et entre les deux plèvres qui contribuent à former son enveloppe. Sa *pointe* est dirigée en bas, en avant et à gauche, vers la hauteur de la cinquième côte ; sa base, qui regarde en haut et un peu en arrière, est protégée par le sternum. Sa face

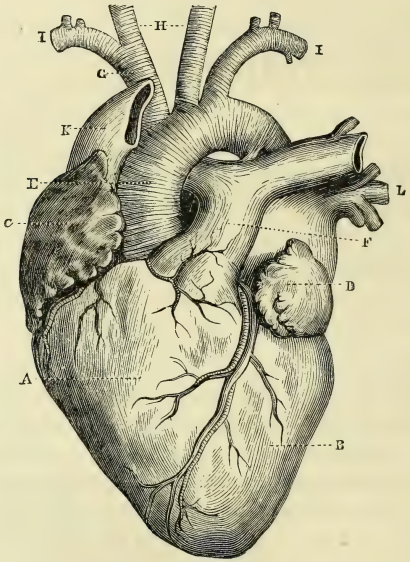


Fig. 27. — Cœur et principaux troncs artériels et veineux.

A Ventricule droit.
B Ventricule gauche.
C Oreillette droite.
D Oreillette gauche.
E Artère aorte.
F Artère pulmonaire.
G Tronc brachio-céphalique.
H Artères carotides droite et gauche.
I I Artères sous-clavières.
K Veine cave supérieure.
L Veines pulmonaires.

antérieure, tournée en haut et à droite, est creusée d'un *sillon longitudinal* de même que sa face posté-

rieure, tournée en bas et à gauche. Intérieurement, le cœur est divisé par une cloison musculaire en deux moitiés à peu près égales, adossées l'une à l'autre et partagées, chacune dans sa hauteur, en deux cavités dont la supérieure est l'*oreillette* et l'inférieure le *ventricule*. Les oreillettes doivent leur nom à un *appendice* aplati qui retombe sur leur face externe. L'oreillette droite communique avec le ventricule droit, l'oreillette gauche avec le ventricule gauche. Il n'existe pas de communication entre les deux ventricules, mais avant la naissance, les deux oreillettes communiquent entre elles par un orifice qu'on nomme le *trou de Botal* et qui s'oblitère dans les premiers mois de la vie, ne laissant comme trace de son existence qu'une dépression nommée la *fosse ovale*.

Dans l'oreillette droite viennent s'ouvrir la *veine cave supérieure* et la *veine cave inférieure;* à l'orifice de cette dernière ou voit la *valvule d'Eustachi*. L'oreillette gauche présente les orifices des *veines pulmonaires* droites et gauches.

On nomme *orifice auriculo-ventriculaire* l'ouverture qui fait communiquer chaque oreillette avec le ventricule correspondant. Ces orifices sont garnis d'une valvule ; à droite est la *valvule tricuspide*, ainsi nommée des trois angles que forment ses feuillets, à gauche la *valvule mitrale*, composée de deux feuillets dont la disposition rappelle à peu près une mitre d'évêque.

Les cavités du cœur sont tapissées par l'*endocarde*, membrane fine, très-lisse et qu'on a rapprochée des séreuses. Ces cavités présentent des anfractuosités nombreuses et dues à la saillie de faisceaux musculaires dirigés en tous sens. Dans les ventricules ces faisceaux

forment des *colonnes charnues*, disposées en réseau, allant d'un point à l'autre des parois, et dont plusieurs, affectées au mouvement des valvules, leur envoient une foule de petits tendons.

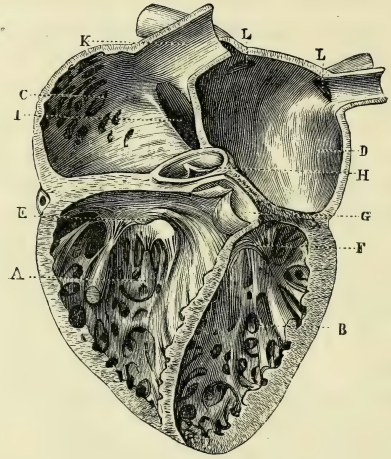


Fig. 28. — Coupe transversale du cœur.

A Ventricule droit.
B Ventricule gauche.
C Oreillette droite.
D Oreillette gauche.
E Orifice auriculo-ventriculaire droit et valvule tricuspide.
F Orifice auriculo-ventriculaire gauche et valvule mitrale.
G Origine de l'artère pulmonaire et valvules sigmoïdes.
H Origine de l'aorte et valvules.
I Orifice de la veine cave inférieure.
K Veine cave supérieure.
L L Orifices des veines pulmonaires.

Le ventricule droit présente l'orifice de l'*artère pulmonaire*, le ventricule gauche celui de l'artère *aorte*. Ces deux vaisseaux sont pourvus à leur origine de valvules nommées *sigmoïdes* ou *semi-lunaires*. Les parois

du ventricule gauche sont beaucoup plus épaisses et plus résistantes que celles du ventricule droit.

Péricarde. On nomme ainsi l'enveloppe du cœur ; c'est un sac membraneux composé de deux feuillets dont l'externe est une membrane fibreuse et l'interne une séreuse. Cette dernière revêt la surface externe du cœur et se replie sur elle-même pour former, comme toutes les membranes du même ordre, un sac sans ouverture. Le cœur est donc enveloppé par le péricarde mais non contenu dans la cavité. On peut se faire une idee assez exacte de la disposition du péricarde autour du cœur en se rappelant une coiffure très-commode, mais très-vulgaire et devenue ridicule, le bonnet de coton. Le péricarde entoure le cœur comme le bonnet de coton, replié sur lui-même dans sa profondeur, enveloppait la tête de nos pères.

Artères. On nomme ainsi les vaisseaux qui portent le sang du ventricule droit aux poumons et du ventricule gauche à tout l'organisme. Les premiers, ramifications de l'*artère pulmonaire*, contiennent du sang noir qui va s'oxygéner dans les poumons au contact de l'air. C'est au contraire du sang rouge qui coule dans l'*aorte*, tronc d'origine des artères qui se distribuent dans nos organes. Il y a donc deux sortes d'artères, les unes appartenant au système de l'artère pulmonaire ou de la petite circulation, les autres au système aortique ou de la circulation générale. Nous nous occuperons d'abord de ces dernières. Il sera question des autres à propos de la circulation.

Les anatomistes de l'antiquité, trouvant les artères

vides après la mort, avaient cru ces vaisseaux destinés à contenir de l'air (*aer*, air ; *terein*, contenir), d'où le nom qu'ils leur donnaient. Ils avaient appelé de même et avec plus de raison, *trachée-artère*, le conduit qui porte l'air dans les poumons.

Galien reconnut la présence du sang dans les artères ; mais il conserva le nom qu'on donnait à ces vaisseaux, comme on l'a fait depuis, quoiqu'il ne s'accorde pas avec leurs fonctions.

Les parois artérielles se composent de trois tuniques superposées. L'externe est fibro-celluleuse, vasculaire et très-résistante ; la moyenne, *membrane propre* ou *élastique*, offre moins de résistance et s'altère dans sa texture sous l'influence de l'âge ou d'autres causes ; l'interne, extrêmement mince, est analogue à l'endocarde. Lorsqu'on applique une ligature sur une artère, la pression du fil rompt les tuniques moyennes et interne, l'externe résiste seule.

Les artères communiquent entre elles dans leur trajet, et surtout vers leurs extrémités, par de nombreuses *anastomoses*, c'est-à-dire qu'elles s'abouchent soit au moyen de rameaux intermédiaires, soit en formant des réseaux dont les mailles, arrondies en *arcades*, sont d'autant plus serrées que les rameaux artériels sont plus fins. Elles se terminent par des ramuscules innombrables et microscopiques, nommés *vaisseaux capillaires* et qui sont intermédiaires aux extrémités artérielles et veineuses.

Les parois des artères sont elles-mêmes alimentées, comme toutes les parties du corps, par des vaisseaux que l'on nomme *vasa vasorum*, vaisseaux des vaisseaux. Enfin, les artères sont enveloppées, dans leur trajet, de

nombreux filets nerveux du grand sympathique et de vaisseaux lymphatiques.

Les artères qui pénètrent dans les grandes masses de muscles, comme celles de la cuisse, de la jambe, etc., y sont protégées par des gaînes aponévrotiques et par des anneaux fibreux qui ne permettent pas qu'elles soient tiraillées, ni comprimées, pendant la contraction des muscles qui les entourent.

Principales artères. L'*aorte*, tronc d'origine du système artériel à sang rouge, est la plus grosse artère du corps humain. Elle commence à la partie supérieure du ventricule gauche; non loin de l'*orifice ventriculo-aortique*, elle présente trois valvules dites *sigmoïdes*, destinées à empêcher le reflux du sang et qui, dans leur extension, ferment complétement le calibre du vaisseau. L'aorte se dirige d'abord en haut et à droite, *aorte ascendante*, puis se recourbe à gauche, passe devant la colonne vertébrale, se courbe de nouveau en bas et forme ainsi la *crosse de l'aorte;* enfin, elle descend le long et à gauche du rachis par le médiastin postérieur, *aorte descendante*, traverse l'ouverture du diaphragme et parvient dans l'abdomen, *aorte abdominale*, jusque vers la quatrième vertèbre lombaire, où elle se bifurque et forme les deux artères iliaques primitives.

Dans sa partie supérieure, l'aorte fournit des vaisseaux importants, dont les principaux sont :

Le *tronc brachio-céphalique* ou *artère innominée;* né de la crosse de l'aorte, dont il est comme le représentant dans le côté droit de la poitrine, ce tronc donne la *carotide* primitive et la *sous-clavière* droites ; la caro-

tide et la sous-clavière gauches naissent isolément et directement de la crosse de l'aorte.

Les *artères carotides primitives ;* elles se dirigent, en haut et en dehors le long du cou ; au niveau du bord supérieur du cartilage thyroïde, chacune d'elles se divise en carotide externe et carotide interne ;

La *carotide externe ;* elle fournit les artères *thyroïdienne supérieure*, *faciale*, *linguale*, *occipitale*, etc. Vers la hauteur du condyle de la mâchoire, elle se divise en artères *temporale* et *maxillaire interne ;*

La *carotide interne ;* elle monte le long des vertèbres cervicales, pénètre dans le crâne, fournit l'*ophthalmique* et se distribue à l'encéphale ;

La *sous-clavière ;* elle se dirige en dehors, en arrière et au-dessous de la clavicule, comme son nom le dit, et fournit entre autres branches l'*artère vertébrale* et la *mammaire interne ;* parvenue au creux de l'aisselle, elle prend le nom d'*artère axillaire* et donne des vaisseaux importants à l'épaule et au thorax ; descendant ensuite le long de l'humérus, sous le nom d'*artère brachiale* ou *humérale*, elle vient se bifurquer au-dessus du pli du coude et former les artères *radiale* et *cubitale*, qui donnent des vaisseaux à l'avant-bras et se ramifient dans la main.

Parmi les artères qui naissent de l'aorte descendante, nous mentionnerons seulement le *tronc cœliaque*, qui se divise en trois branches destinées au foie, à l'estomac et à la rate, les artères *mésentériques* supérieure et inférieure, qui vont au mésentère et aux intestins, et les artères *rénales* ou *émulgentes*.

Artères iliaques. Les *iliaques primitives*, formées par la bifurcation de l'aorte, se dirigent en bas et obliquement à droite et à gauche ; chacune d'elles, après un

trajet d'environ 10 centimètres, se divise en *iliaque interne*, qui se ramifie à l'intérieur et à l'extérieur du bassin, et iliaque externe, qui, au moment de sortir du bassin, donne l'artère *épigastrique*. Celle-ci remonte derrière la paroi antérieure de l'abdomen et va s'anastomoser avec l'extrémité inférieure de la mammaire interne. Sortie du bassin, l'iliaque externe prend le nom d'artère *fémorale*, fournit de grosses branches aux muscles de la cuisse et, parvenue au tiers inférieur de cette région, devient l'artère *poplitée* ou artère du jarret. Cette dernière donne la *tibiale antérieure*, puis se bifurque pour former la *tibiale postérieure* et la *péronière*. La tibiale antérieure, au niveau de l'articulation du pied avec la jambe, prend le nom d'artère *pédieuse* et se ramifie à la face dorsale du pied, tandis que la péronière et la tibiale postérieure, après avoir, comme l'antérieure, distribué des rameaux à la jambe, vont se terminer dans la région plantaire.

Veines. Les *veines* rapportent le sang des extrémités au cœur. Elles doivent être distinguées d'abord, comme les artères, en deux ordres, suivant que, chargées de sang rouge, elles se rendent des capillaires du poumon aux troncs des veines pulmonaires (petite circulation), ou qu'elles portent le sang noir aux veines caves (circulation générale). On a de plus considéré comme formant un système particulier les veines du foie et leur tronc principal, la veine porte ; cette distinction a même été étendue par les physiologistes aux appareils veineux du rein et d'autres organes.

Les parois des veines, beaucoup moins épaisses que celles des artères, se composent de quatre tuniques, dont

la quatrième ou l'interne est semblable à celle des artères ; les autres sont formées de fibres élastiques ou celluleuses, longitudinales dans la troisième, circulaires dans la seconde, de manière à présenter dans l'ensemble plus de résistance. La troisième et la quatrième tunique forment dans les veines des replis qui peuvent, en s'étendant, fermer partiellement le vaisseau. Ce sont les *valvules*, disposées de telle sorte que, dans sa marche vers le cœur, le sang les applique à la paroi veineuse, sans qu'elles soient un obstacle à son cours, tandis que, s'il est ramené en sens contraire, les valvules se ferment et l'empêchent de refluer vers les extrémités.

Les veines forment deux plans : les unes profondes, accompagnent les artères dont elles sont les *satellites ;* les autres, superficielles, rampent sous la peau, sans analogie de direction avec les vaisseaux artériels. Nées des capillaires qui les font communiquer avec les artères, les radicules veineuses se réunissent plus rapidement que ces dernières en rameaux assez forts et supérieurs en nombre et en capacité totale aux troncs artériels. Beaucoup d'artères sont, en effet, accompagnées de deux veines satellites, d'un calibre au moins égal, et les veines superficielles augmentent encore la disproportion. A l'intérieur du crâne, les veines se transforment en *sinus* ou canaux constitués par la dure-mère, et qui reçoivent les rameaux veineux de l'encéphale. Les veines sont enveloppées dans leur trajet de nombreux vaisseaux lymphatiques.

Principales veines. La *veine cave supérieure* et la *veine cave inférieure* sont, pour le système veineux, ce que l'aorte est pour les artères.

La *veine cave supérieure*, qui s'ouvre dans l'oreillette droite du cœur, reçoit le sang de la tête, du cou, des membres supérieurs et des parois de la poitrine. Elle est formée par les deux *troncs brachio-céphaliques* et par la veine *azygos*. Chacun des troncs veineux brachio-céphaliques réunit, comme le tronc artériel du même nom. les veines principales de la tête et du bras, qui sont les deux jugulaires, interne et externe, et la sous-clavière.

La *jugulaire interne* correspond à l'artère carotide; elle reçoit le sang des sinus de la dure-mère, des veines de la tête, du cou et d'une partie de l'épaule. La *jugulaire externe* apporte à la sous-clavière le sang d'une partie des veines superficielles de la tête.

La *veine sous-clavière*, correspondant à l'artère du même nom, reçoit les veines satellites et homonymes des artères du membre supérieur; elle est aussi le tronc commun des veines superficielles de la main, de l'avant-bras et du bras, dont les principales sont la *céphalique* et la *basilique*. Cette dernière croise, au pli du coude, la direction de l'artère radiale, dont la sépare une expansion tendineuse du muscle biceps. Les veines céphalique et basilique sont celles que l'on ouvre le plus habituellement dans l'opération de la saignée, et la position de la basilique rend cette opération délicate, en exposant quelquefois à blesser l'artère radiale.

La *veine azygos* (*azyges*, impair) fait communiquer la veine cave supérieure avec l'inférieure, elle monte verticalement dans le médiastin postérieur, à droite du rachis, et vers la hauteur de la septième côte, reçoit la *veine demi-azygos* qui vient de l'abdomen.

Veine cave inférieure. Elle vient s'ouvrir sous l'oreil-

lette droite au-dessous de la veine cave supérieure. Tronc commun de toutes les veines qui montent des régions inférieures au diaphragme, la veine cave inférieure naît de la réunion des deux iliaques primitives, satellites des artères du même nom; elle monte verticalement à droite du rachis, comme veine satellite de l'aorte, et reçoit les veines de l'abdomen. Ses branches d'origine, les *iliaques primitives*, sont formées par l'union des veines du bassin et du membre inférieur, satellites des artères dont elles portent le nom. Parmi les veines du plan superficiel, également tributaires des iliaques primitives, on distingue les deux *saphènes*, interne et externe, qui du pied remontent jusqu'en haut de la cuisse. Ces deux veines sont surtout apparentes au-devant des malléoles et au mollet.

Système de la veine porte. On désigne ainsi un appareil veineux particulier à l'abdomen et notamment au foie. La *veine porte* a pour branches d'origine les veines du mésentère, de la rate, de l'estomac, de l'intestin, etc.; elle transmet le sang de ces organes au foie, d'où il est versé dans la veine cave inférieure.

Vaisseaux et ganglions lymphatiques. On donne le nom de système lymphatique à un appareil de circulation particulier, composé de vaisseaux très-fins, à parois transparentes, et de *ganglions* ou *glandes*, qui paraissent formées par ces vaisseaux, dont les uns s'y rendent et les autres en partent.

Les vaisseaux lymphatiques ont une marche sinueuse et présentent de nombreux renflements dus à des valvules : ils existent dans tout le corps et transportent le

chyle et la lymphe, puisés par leurs radicules microscopiques à la surface de la muqueuse intestinale ou dans les tissus des organes. Ils accompagnent les vaisseaux sanguins dans leur trajet et notamment les veines; aussi les trouve-t-on en grand nombre à la surface du corps, dans les régions où abondent les veines sous-cutanées, comme aux membres, à la face, au cou, etc. Très-nombreux aussi dans le mésentère et autour des intestins, ils aboutissent à deux troncs ou réservoirs principaux, dont l'un est le *canal thoracique*, qui monte dans la poitrine à gauche du rachis et va s'ouvrir dans la veine sous-clavière gauche ; l'autre, nommé *grand vaisseau lymphatique droit*, marche parallèlement au premier et s'ouvre dans la veine sous-clavière droite.

Mécanisme de la circulation. Galien reconnut le premier que les artères contenaient du sang et communiquaient avec les veines, mais il n'alla pas plus loin. En 1553, Michel Servet, devinant, pour ainsi dire, le phénomène de la circulation pulmonaire, indiqua d'une manière précise la marche du sang et son élaboration dans les poumons au contact de l'air. Mais la doctrine de Servet ne s'appuyait sur aucune preuve, sur aucune expérience, elle résultait d'une sorte d'intuition des faits, et son auteur ne connaissait ni la force d'impulsion du cœur, ni l'action de ses valvules.

D'autres physiologistes entrevirent, comme Servet, la vérité et ajoutèrent de nouvelles découvertes à la sienne; enfin, la plupart des phénomènes de la circulation avaient été soupçonnés ou indiqués au commencement du dix-septième siècle, mais c'était un chaos de faits et de raisonnements sans liaison ou contradic-

toires. Il fallait le génie de Harvey pour en faire sortir un système simple et irrévocablement démontré.

Mouvements et bruits du cœur. Le cœur, agent principal de la circulation, est le siége de mouvements qui ne sont pas soumis à la volonté, mais qu'influencent continuellement les impressions morales et les sensations. Ces mouvements consistent dans la contraction et le relâchement alternatif des parois du cœur, c'est-à-dire dans la dilatation ou l'occlusion de ses cavités. Les ventricules se contractent simultanément, puis, à leur contraction succède une période de relâchement, pendant laquelle les oreillettes se contractent à leur tour, pour se relâcher pendant la nouvelle contraction des ventricules. On nomme *diastole* le mouvement de dilatation et *systole* celui de contraction ; pendant la diastole le sang afflue dans les cavités du cœur, il en est chassé par la systole ; celle des oreillettes le fait passer dans les ventricules, celle des ventricules le lance dans l'aorte et l'artère pulmonaire.

La contraction des ventricules modifie la forme du cœur, dont la circonférence transversale, ellipsoïde pendant la diastole, devient circulaire dans la systole ; le diamètre antéro-postérieur étant alors plus grand, la pointe du cœur vient heurter la paroi antérieure de la poitrine et l'oreille, appliquée à cette paroi, perçoit un bruit sourd au moment où le choc a lieu, puis environ une demi-seconde après, un second bruit plus clair et coïncidant avec le relâchement ou la diastole ventriculaire. Le mécanisme de ces bruits a été diversement expliqué ; ils paraissent dus, le premier à l'occlusion brusque des valvules tricuspide et mitrale, au moment

où la systole ventriculaire lance le sang dans les artères aorte et pulmonaire ; le second à l'occlusion des valvules sigmoïdes pendant la diastole ventriculaire et sous l'influence de l'élasticité des artères qui tend à faire refluer la colonne sanguine.

L'alternance de la systole et de la diastole constitue donc le rhythme du cœur et les battements régulièrement espacés qu'il fait entendre et sentir à travers les parois de la poitrine. Suivons ces mouvements dans leur évolution et le sang dans sa marche.

Circulation artérielle. Le ventricule gauche, en se contractant, pousse le sang rouge qu'il contient dans la direction de l'orifice auriculo-ventriculaire et de l'orifice de l'aorte; mais, en vertu de sa disposition, la valvule mitrale se ferme sous l'impulsion même du sang, qui passe ainsi dans l'aorte et, de là, dans toutes les artères, où il coule sous la triple action de la contraction ventriculaire, de l'élasticité et de la contractilité des parois artérielles. Dans les vaisseaux d'un certain calibre, son mouvement est saccadé et rhythmé précisément comme celui du cœur; en effet, si l'on appuie le doigt sur le trajet d'une artère, on perçoit le choc du sang, le *pouls*, comme on le dit en un mot excellent qui nous est resté du vieux français. Le pouls et le battement du cœur sont synchroniques, c'est-à-dire qu'ils se produisent en même temps ou plutôt avec un intervalle insensible. Mais à mesure que le sang avance dans les ramifications artérielles, les nombreux changements de direction qu'il subit et le frottement du liquide contre les parois des vaisseaux diminuent sa force d'impulsion ; enfin, dans les vaisseaux capil-

laires, il coule par un mouvement continu et sans secousse.

En examinant au microscope une membrane vasculaire appartenant à un animal vivant, on peut voir circuler le sang dans les vaisseaux capillaires. Les plus larges de ces vaisseaux laissent passer la colonne sanguine avec rapidité ; dans les plus étroits sa marche est lente et les globules sanguins ne peuvent s'avancer qu'un à un ; ils progressent au milieu d'un liquide transparent, et quelquefois, engagés obliquement dans le calibre du vaisseau, ils s'arrêtent jusqu'à ce qu'un autre globule vienne les pousser en avant. Malpighi, le premier, put constater ainsi l'exactitude de la théorie de Harvey, quarante ans après que l'illustre physiologiste anglais l'avait formulée.

Les causes diverses qui peuvent accélérer ou ralentir les contractions du cœur agissent donc sur la marche du sang dans les artères ; de plus, la contractilité de ces vaisseaux peut être influencée par une cause locale, et le mouvement du sang est modifié, suivant que les artères contractées retardent sa marche ou que leur relâchement lui permet une circulation plus rapide. Dans le premier cas, l'afflux sanguin ne suffit plus à l'excitation des organes, qui deviennent insensibles et momentanément paralysés ; dans le second, au contraire, l'activit des fonctions est surexcitée. Enfin, chacun sait que le repos ou l'action des muscles ont pour effet de ralentir ou d'accélérer la circulation générale ou locale, d'où résulte, dans un temps donné, la diminution ou l'augmentation de la force musculaire.

C'est en effet lorsqu'il est parvenu dans les capillaires que le sang artériel transmet aux tissus les prin-

cipes dont il se compose et qu'il livre à l'assimilation, pour reprendre en échange les molécules désassimilées qui doivent être rejetées de l'organisme ou soumises à une élaboration nouvelle. Fluide vivant et nourricier, il porte dans les organes la vie, la chaleur et les éléments de la nutrition.

Circulation veineuse. Après avoir parcouru les vaisseaux capillaires, le sang passe dans les radicules veineuses. A son entrée dans l'aorte et pendant sa marche dans le système artériel, il était d'un rouge éclatant, maintenant sa couleur est sombre, le sang artériel ou rouge s'est transformé en sang veineux ou sang noir. Privé d'une grande partie de ses principes constituants, il revient en puiser de nouveaux à leurs sources.

Le sang se meut dans les veines sous l'impulsion qu'il a reçue primitivement du cœur ; cette force d'impulsion est désignée sous le nom de *vis a tergo*, parce qu'elle agit en arrière de la colonne de liquide. L'élasticité des veines et leur contractilité contribuent aussi à chasser le sang dans son retour vers le cœur, mais ce sont principalement les valvules qui secondent l'impulsion cardiaque, en s'opposant au reflux du sang vers les artères. Lorsqu'on applique autour du bras une ligature modérément serrée, on voit les veines se gonfler par l'afflux du sang qui leur arrive des artères et ne peut ni remonter vers le cœur, à cause de la ligature, ni refluer vers les artères, parce que les valvules s'y opposent. Si l'on passe légèrement le doigt sur le trajet d'une veine, en sens inverse de la circulation, il est facile d'y reconnaître des nodosités qui se dessinent en saillies correspondant aux valvules distendues. Grâce

au jeu de ces soupapes, toute pression sur les veines, résultant de la contraction musculaire ou de toute autre cause, ne peut que ramener le sang vers le cœur, tandis que, sans les valvules, le fluide serait indistinctement poussé dans un sens ou dans l'autre. Aussi les valvules sont-elles plus nombreuses dans les veines en rapport avec les muscles, par exemple dans les veines profondes des membres, que dans celles qui rampent sous la peau.

La pesanteur agit sur le cours du sang veineux, beaucoup moins rapide que celui du sang artériel. Lorsque dans la marche, les mains sont restées longtemps pendantes, elles s'enflent au point que la flexion des doigts est gênée ; il en est de même des pieds et des jambes dans la station prolongée ; aussi voit on survenir des varices aux jambes chez les personnes obligées, par leur profession, à rester debout.

En suivant le cours du sang dans son retour au cœur, on remarque un systeme veineux particulier aux intestins et au foie ; c'est le *système de la veine porte*, dont nous avons déjà dit quelques mots et qui transmet au foie le sang veineux du canal digestif et de la rate. Cet appareil veineux est remarquable en ce qu'il se ramifie à ses deux extrémités dont les unes, intestinales, sont les radicules, et les autres, hépatiques ou distribuées dans le foie, sont les rameaux. On en a conclu que la bile est sécrétée aux dépens du sang de la veine porte et non du sang de l'artére hépatique ; mais des observations et des expériences très-concluantes ont prouvé le contraire.

La veine cave inférieure, après avoir reçu le sang des régions inférieures du corps, se dirige vers le cœur,

de même que la veine cave supérieure ; mais, avant d'arriver à celle-ci, le sang reçoit dans les sous clavières, la lymphe et le chyle que lui apportent les deux troncs principaux du système lymphatique ; les éléments de la nutrition, puisés dans l'intestin, viennent remplacer ceux qui, tout à l'heure, ont été livrés à l'assimilation. Ainsi reconstitué partiellement, le sang va, par les veines caves supérieure et inférieure, se jeter dans l'oreillette droite, et l'oreillette, en se contractant, le chasse dans le ventricule droit.

Voilà le sang revenu au cœur ; mais, bien qu'enrichi des produits assimilables de la digestion, il est incomplet et doit se transformer pour redevenir un sang parfait, le sang artériel ; c'est dans les poumons qu'aura lieu cette élaboration du sang, l'*hématose*.

Circulation pulmonaire. Le ventricule droit se contracte, le flot de sang veineux ferme la valvule tricuspide et passe dans l'*artère pulmonaire*. Cette artère et toutes ses ramifications contiennent du sang noir ou veineux, tandis que les veines pulmonaires, comme nous allons le voir, charrient du sang rouge ou artériel ; c'est donc à leur direction, du cœur aux poumons ou des poumons au cœur, que les vaisseaux de la circulation pulmonaire doivent leurs noms. L'artère pulmonaire est, comme l'aorte, pourvue à son orifice de trois valvules dites *sigmoïdes*. Du ventricule droit aux ramuscules de l'artère pulmonaire, le sang n'a que peu de distance à parcourir et ne rencontre pas de résistance comparable à celle que lui offre le système artériel de la grande circulation ; aussi les parois du ventricule droit sont moins épaisses que celles du ventri-

cule gauche et sa force est moins grande. Dans les capillaires des poumons, la marche du sang diffère de vitesse suivant que la respiration est facile ou gênée, soit par un obstacle, soit par le séjour dans un air impropre à l'accomplissement des fonctions respiratoires. Les capillaires sont répartis dans la substance du poumon de telle sorte qu'ils correspondent aux vésicules pulmonaires. (V. *Respiration*, p. 119.) C'est dans ces divisions ultimes du poumon que l'oxygène de l'air se combine avec le sang veineux chargé d'acide carbonique et le transforme en sang artériel. Les globules rouge-brun du sang veineux prennent, au contact de l'oxygène, une couleur vermeille et rutilante, le sang perd, au contact de l'air inspiré, un peu plus de calorique que ne lui en fournit la combustion du carbone et, révivifié par les mystérieux phénomènes de l'hématose, il pénètre dans les radicules des veines pulmonaires, obéissant à l'impulsion première du ventricule, au *vis a tergo*, comme dans le système veineux général, mais avec plus de vitesse. Il revient ainsi jusqu'à l'oreillette gauche qui le transmet immédiatement au ventricule, où son trajet circulaire se termine pour recommencer aussitôt.

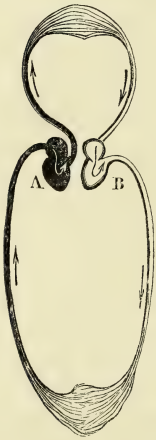


Fig. 29. — Trajet fictif du sang dans la circulation.

A Marche du sang veineux.
B Marche du sang artériel.

La circulation peut donc être divisée en deux périodes simultanées ou, comme on l'a dit, le cercle fictif parcouru par le sang se compose de deux segments

inégaux que décrit la colonne liquide ; le segment supérieur est la circulation pulmonaire ou petite circulation, le segment inférieur est la circulation générale ou grande circulation.

Influences qui accélèrent ou ralentissent les battements du cœur. Chez l'adulte, à l'état normal, le cœur bat communément soixante fois par minute et le pouls donne, par conséquent, ce même nombre de pulsations ; mais diverses causes peuvent augmenter ou diminuer la fréquence de ces mouvements.

Ils deviennent plus fréquents pendant la digestion, et sous l'influence des excitants comme l'alcool, le café, etc. ; l'abstinence les ralentit au contraire. Le travail intellectuel accélère aussi l'action du cœur, qui se calme pendant le sommeil et prend part, dans une certaine mesure, au repos de tous les organes. Un spectacle inattendu, un mot qui frappe l'oreille, une pensée qui traverse l'esprit, donne lieu à des pulsations fortes et rapides ; on sait qu'Erasistrate découvrit la cause du mal qui menaçait la vie d'Antiochus, en plaçant sa main sur le cœur du jeune prince au moment où Stratonice paraissait à sa vue. Le pouls est encore accéléré par l'exercice musculaire et en raison de la violence des efforts. Mais ici la cause agissante est complexe, car la respiration devient aussi plus fréquente, et cette fonction est une de celles qui ont le plus d'influence sur la circulation. Dans la respiration ordinaire, chaque inspiration donne au mouvement du sang plus de force dans les artères, et si la respiration devient plus active, on le reconnaît aux pulsations de l'artère radiale. Lorsqu'au contraire la respiration est suspendue

ou restreinte dans son amplitude, la circulation est ralentie et le pouls bat avec moins de force : en un mot, dans la plupart des conditions physiologiques, il existe un rapport constant d'accroissement et de diminution entre les mouvements respiratoires et les battements du cœur. L'ampliation et le resserrement alternatifs des parois de la poitrine sont une des causes principales qui agissent alors sur la circulation en facilitant l'afflux du sang dans la cavité thoracique et déterminant son expulsion.

La pression atmosphérique influe aussi sur la fréquence des battements du cœur, mais seulement dans certaines conditions. Il n'est pas rare de rencontrer, dans les hautes vallées des Alpes, des hommes dont le pouls bat entre 50 et 60 fois par minute, peut-être même cette moindre fréquence est-elle plus commune chez les montagnards qui vivent à une altitude de 1000 mètres et plus, que dans les pays peu élevés. On peut donc considérer l'altitude comme sans influence sur la circulation chez les personnes qui séjournent depuis longtemps à un certain niveau. Mais si l'on s'élève rapidement à une grande hauteur, on remarque dans le pouls une augmentation de fréquence très-sensible. Les ascensions aérostatiques et les voyages dans les montagnes en fournissent la preuve. Ce n'est pas à la locomotion et aux efforts musculaires que cette accélération du pouls peut être attribuée chez l'aéronaute ou le voyageur à cheval, c'est principalement à la fréquence plus grande de la respiration dans un air moins dense. La diminution de pression atmosphérique agit aussi dans le même sens, en relâchant les vaisseaux, mais l'abaissement de la température, à mesure qu'on s'élève, semble devoir neutraliser

cette dernière influence par la contraction des tissus qu'elle détermine. (Voy. page 129.)

On doit à Pravaz et à Tabarié des observations qui tendent à établir qu'une augmentation dans la pression atmosphérique diminue la fréquence du pouls. Ces deux auteurs ont vu le pouls tomber à 50 et même à 45 pulsations chez des sujets placés dans un appareil à air comprimé, où la pression était portée à deux atmosphères et plus. Des résultats complétement opposés ont été observés par M. François dans les tubes à air comprimé dont on s'est servi pour la construction du pont de Kehl, en 1860. Ce médecin a vu constamment le pouls augmenter notablement de fréquence chez les ouvriers employés aux travaux, sous une pression d'environ deux atmosphères. D'autres observations, dues à M. Hermel, établissent que, dans l'air comprimé, le pouls est tantôt ralenti, tantôt accéléré jusqu'à 130 pulsations par minute. Mais les phénomènes observés chez les hommes qui travaillent dans l'air comprimé paraissent tenir à des causes complexes, parmi lesquelles on doit compter la viciation de cet air qui n'est pas renouvelé d'une manière suffisante.

Nous n'avons pas à nous occuper ici des causes nombreuses qui peuvent, dans l'état pathologique, influer sur la circulation.

CHAPITRE X

Système nerveux. — Centre nerveux encéphalo-rachidien. — Cerveau.— Cervelet. — Isthme de l'encéphale. — Bulbe rachidien. — Moelle épinière. — Méninges; dure-mère, arachnoïde, pie-mère. — Nerfs ; nerfs crâniens, nerfs rachidiens ; grand sympathique.— Fonctions du système nerveux ; fonctions des nerfs rachidiens sensitifs et moteurs, fonctions des nerfs crâniens, fonctions de la moelle épinière. — Fonctions de l'encéphale ; bulbe rachidien, protubérance annulaire, pédoncules cérébelleux et cérébraux, tubercules quadrijumeaux, glande pinéale, couches optiques, cerveau, cervelet. — Fonctions du grand sympathique. — Pouvoir réflexe. — Force nerveuse. — Mémoire.

Le *système nerveux* comprend le cerveau, le cervelet, la moelle épinière et les nerfs ; il se divise en deux parties, l'une centrale, l'autre périphérique. La première a reçu le nom de *centre nerveux encéphalo-rachidien*, parce qu'elle est constituée par les organes qui forment l'encéphale et par la moelle épinière ou rachidienne ; la seconde est l'ensemble des nerfs. Partis du centre nerveux, dont ils sont l'expansion, les nerfs se distribuent à tout le corps ; ils transmettent les impulsions motrices ou fonctionnelles du centre nerveux à l'organisme entier, et les impressions de sensibilité, de la périphérie, c'est-à-dire des différents points du corps, au centre nerveux.

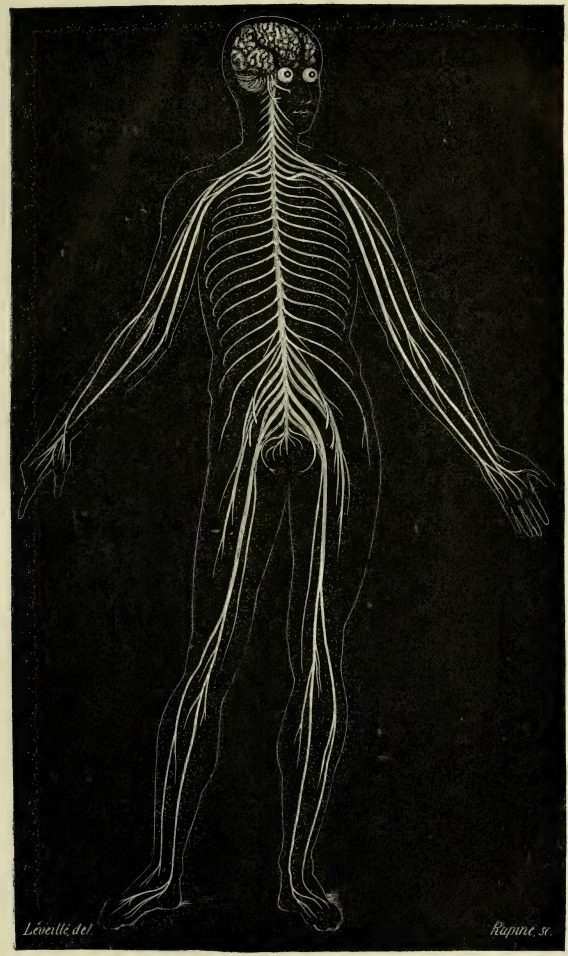


Fig. 50. — Système nerveux.

Le *centre nerveux encéphalo-rachidien* se présente sous forme d'une tige molle, pulpeuse, symétrique. Sa partie supérieure offre un renflement ovoïde contenu dans le crâne et nommé *encéphale* ou *cerveau ;* sa partie inférieure s'allonge, au sortir du crâne, en forme de fuseau ; c'est la *moelle épinière* contenue dans le canal vertébral ou rachidien.

Cerveau. On désigne communément sous ce nom les différentes parties de l'*encéphale* qui sont : le *cerveau* proprement dit, le *cervelet*, l'*isthme de l'encéphale* et le *bulbe rachidien*.

A Cerveau.
B Cervelet.
C Protubérance annulaire.
D D Moelle épinière, présentant latéralement les origines des nerfs rachidiens,
E E Apophyses épineuses des vertèbres.
F Septième vertèbre cervicale.
G Douzième vertèbre dorsale.
H Cinquième vertèbre lombaire.
I Sacrum.

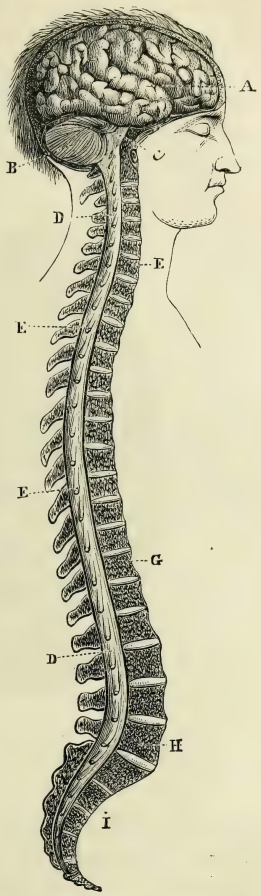


Fig. 31. — Centre nerveux encéphalo-rachidien.

Le *cerveau* occupe presque toute la cavité du crâne, qui lui sert comme de moule. C'est un ovoïde, aplati à sa face inférieure qui repose sur la base du crâne ; son extrémité antérieure ou frontale est plus petite que la postérieure. Son plus grand diamètre transversal mesure l'espace compris entre les fosses temporales. Sur

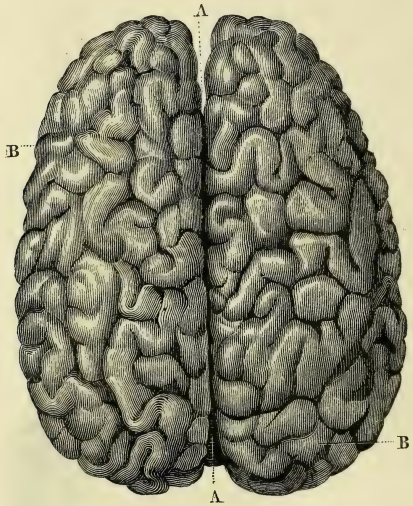


Fig. 32. — Face supérieure du cerveau.

A A Grande scissure. B B Hémiphères cérébraux.

la ligne médiane, la *grande scissure*, dirigée d'arrière en avant, le partage verticalement, dans une partie de son épaisseur, en deux moitiés nommées *hémisphères cérébraux*, complétement séparées en avant, en arrière et en haut, réunies dans leur tiers moyen inférieur par

le corps calleux, les pédoncules du cerveau et quelques autres parties situées dans la région médiane.

Une scissure latérale, *scissure de Sylvius*, divise obliquement chacun des hémisphères en deux lobes, l'un *antérieur*, l'autre *postérieur*.

La surface des hémisphères est sillonnée d'*anfractuosités* sinueuses et profondes, qui limitent des saillies oblongues, contournées en méandres, subdivisées elles-même par des anfractuosités secondaires et que leur analogie avec les circonvolutions de l'intestin grêle a fait nommer *circonvolutions du cerveau*. Quelques-unes existent toujours, et se montrent symétriquement dans les deux hémisphères; d'autres sont variables et non symétriques, elles diffèrent toutes en longueur, en largeur et en saillie. Les circonvolutions couvrent aussi les faces supérieure, externe et inférieure des hémisphères, elles se continuent à leur face interne dans toute l'étendue de la grande scissure et dans la scissure de Sylvius.

La face inférieure ou base du cerveau présente un relief compliqué. En avant et sur les côtés elle offre des circonvolutions nombreuses. Vers le centre on distingue, entre autres détails importants : les *nerfs olfactifs*, de chaque côté de la grande scissure, l'entre-croisement ou *chiasma* des nerfs optiques, la *tige* et le *corps pituitaire*, l'*éminence cendrée* ou *tuber cinereum*, les *tubercules mamillaires* et les *pédoncules* du cerveau, qui sont comme les racines de cet organe et l'unissent aux autres parties de l'encéphale, le *pont de Varole* ou *protubérance annulaire*, le *bulbe rachidien* ou *moelle allongée*, et les origines des nerfs crâniens.

Le cerveau, de même que toutes les divisions du

centre nerveux encéphalo-rachidien, est composé de deux substances distinctes, la *substance grise* ou *corticale*, ainsi nommée de sa couleur et parce qu'elle est comme

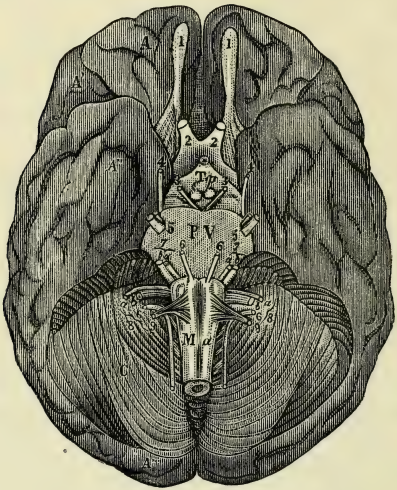


Fig. 33. — Face inférieure ou base du cerveau.

A Lobe antérieur.
A' Scissure de Sylvius.
A'' Lobe moyen.
A''' Lobe postérieur.
C Cervelet.
M*a* Moelle allongée.
PV Pont de Varole ou protubérance annulaire.
T*p* Tige et corps pituitaire.
1-1 1re paire, nerf olfactif.
2-2 2e paire, nerf optique.
3-3 3e paire, nerf moteur oculaire commun.
4-4 4e paire, nerf pathétique.
5-5 5e paire, nerf trijumeau,
6-6 6e paire, nerf moteur oculaire externe.
7-7 7e paire, *a* nerf facial,
b nerf auditif.
8-8 8e paire, a nerf glosso-pharyngien.
b nerf pneumo-gastrique.
c nerf spinal.
9-9 9e paire, nerf grand hypoglose.

l'écorce du cerveau, et la *substance blanche*, qu'entoure de toutes parts la substance grise. Cette dernière est

pulpeuse et moins consistante que la substance blanche. Disposée en couche superficielle autour des principaux organes encéphaliques, elle pénètre aussi dans leur épaisseur en masses variables de forme et de volume. La substance blanche, d'une texture filamenteuse, présente, suivant les régions, des faisceaux, des cordons ou des lamelles composés de fibres ténues qui se font suite dans tout le centre nerveux, comme celle des nerfs dans l'organisme. La masse totale de la substance blanche dépasse de beaucoup celle de la substance grise.

En examinant le cerveau du centre à la circonférence, on le trouve composé d'un noyau central, unique, symétrique, sorte de renflement terminal de l'axe nerveux, et des deux hémisphères réunis entre eux par ce noyau même, dont ils sont comme une double expansion. Le noyau cérébral comprend différentes parties fort compliquées dans leur structure et dans leurs rapports de position. Ce sont principalement la *couche optique*, le *corps strié*, le *corps calleux*. Toutes les subdivisions du noyau cérébral sont plus ou moins intimement unies entre elles aux pédoncules et aux hémisphères. Ainsi, le corps calleux, qui sert comme d'enveloppe au noyau cérébral, recevant des fibres des pédoncules et de la couche optique, se prolonge par ses bords dans l'épaisseur des hémisphères, dont il est, comme nous l'avons dit, le principal moyen d'union.

Dans l'épaisseur du noyau cérébral existent trois cavités, les *ventricules du cerveau ;* deux sont *latéraux*, le troisième, ou *moyen*, est placé sur la ligne médiane; ils communiquent entre eux et sont baignés d'un liquide séreux, analogue au liquide rachidien. Sur la ligne

médiane, derrière la commissure postérieure du ventricule moyen, est situé un petit corps à peu près conique et que les anatomistes ont nommé *glande pinéale* ou *conarium*, d'après sa forme analogue à celle d'une pomme de pin.

Fig. 34. — Coupe de l'encéphale sur la ligne médiane.

A A Plan de la grande scissure.
B Corps calleux.
C Couche optique.
D Protubérance annulaire, au-dessous de laquelle se voit le bulbe rachidien.
E Moelle épinière faisant suite au bulbe.
F Coupe du cervelet montrant l'arbre de vie.
G Hémisphère gauche du cervelet.

Une masse de substance blanche forme la partie centrale des hémisphères; elle est recouverte, dans toute son étendue, par la substance grise ou corticale.

Le cerveau se compose donc essentiellement d'un noyau central et de deux grands lobes ou hémisphères. Les diverses parties constituantes du noyau central dif-

fèrent par leur texture, les proportions de substances blanche et grise et la disposition de ces deux substances dans leur tissu; mais toutes présentent des fibres qui leur sont communes, les parcourent et les relient entre elles avant de se continuer dans les hémisphères.

La masse de l'encéphale entier est proportionnellement plus grande dans quelques espèces animales, mais aucune n'approche de l'homme pour le cerveau proprement dit. S'il est placé au premier rang de la création, l'homme le doit à cet admirable organe de l'intelligence, à ce mystérieux intermédiaire entre le monde extérieur et l'être pensant.

Le volume du cerveau est très-considérable dès le premier âge et, proportion gardée, plus grand chez le nouveau-né que chez l'adulte; il est indépendant du sexe et de la taille des individus. Le poids du cerveau dans l'âge adulte varie, suivant M. Cruveilhier, de 1 kilogramme à 1 ^{kil}, 500.

Le cerveau est symétrique, mais moins constamment que les autres parties du centre nerveux, et souvent il existe une disproportion notable entre les deux hémisphères, sans que rien l'indique pendant la vie. Ce défaut de symétrie était très-prononcé dans le cerveau de Bichat, preuve éclatante qu'une semblable conformation n'a pas nécessairement, comme le pensait l'illustre anatomiste, une influence fâcheuse sur les facultés intellectuelles.

Cervelet. Le cervelet, placé dans les fosses occipitales inférieures, c'est-à-dire dans la partie postérieure et inférieure de la cavité crânienne, est recouvert par les lobes postérieurs du cerveau. C'est un ellipsoïde aplati

de haut en bas, dont la grosse extrémité est en arrière et le plus grand diamètre dirigé transversalement; il est symétrique et se compose d'un lobe médian et de deux lobes latéraux ou hémisphères.

A la face supérieure du cervelet on remarque une saillie dirigée d'avant en arrière, formé par le lobe médian et nommée, à cause de son aspect, *éminence vermiforme supérieure* (*vermis superior*) ; de chaque côté les lobes latéraux présentent un plan incliné.

La face inférieure se moule sur les fosses occipitales et forme deux lobes arrondis, séparés par un sillon qui s'élargit en avant pour recouvrir le bulbe rachidien, et vers le milieu duquel se voit *l'éminence vermiforme inférieure* (*vermis inferior*), surface inférieure du lobe médian qui réunit les deux hémisphères.

Toute la surface du cervelet est sillonnée de lignes courbes et saillantes qui lui donnent un aspect froncé (fig. 33, page 162). Ces lignes ou plis, de largeur à peu près égale, parallèles sur une partie de leur longueur, se coupent à angle aigu, forment des faisceaux dirigés transversalement, en bas ou en arrière, et divisent les hémisphères en *segments*, qui se subdivisent en *lames* et en *lamelles*.

Le cervelet est composé, comme le cerveau, de substance blanche et de substance grise; il contient, en outre, une subtance jaunâtre interposée par couches aux deux autres. Chaque hémisphère est formé d'un noyau central autour duquel se développent les segments dont les lames sont juxtaposées comme les feuillets d'un livre; la substance blanche est au centre et recouverte d'une couche de matière jaune que revêt la substance grise. L'agencement des lames et des lamelles

présente une disposition telle que, si l'on divise le cervelet dans le sens vertical, on voit les trois substances qui le constituent former une série de ramifications partant d'un tronc commun et qu'on a nommées *arbre de vie* (fig. 34, page 164). Au noyau central aboutissent les *pédoncules* du cervelet, au nombre de trois de chaque côté, et qui le rattachent aux autres régions de l'encéphale. Vers le point où ces régions se réunissent existe une cavité que les pédoncules cérébelleux circonscrivent en partie et qu'on nomme le *quatrième ventricule* ou ventricule du cervelet. Il communique avec le troisième ventricule du cerveau par l'*aqueduc de Silvius*.

Isthme de l'encéphale. On nomme ainsi une partie de la masse encéphalique, intermédiaire au cerveau, au cervelet et au bulbe rachidien. C'est le point d'union des trois grandes divisions du centre nerveux. Il comprend la protubérance annulaire, les pédoncules du cerveau et du cervelet, les tubercules quadrijumeaux et la valvuve de Vieussens.

A la base de l'encéphale on remarque une saillie convexe, qui paraît embrasser comme un large anneau les pédoncules du cerveau et du cervelet, et recouvrir comme un pont les expansions du bulbe rachidien vers ces pédoncules. C'est la *protubérance annulaire* ou *pont de Varole*. La protubérance est le centre de convergence ou d'émergence des faisceaux nerveux qu'elle semble recouvrir; en arrière elle se continue avec le bulbe, en avant avec les pédoncules du cerveau, latéralement avec les pédoncules du cervelet. Sa face inférieure, qui repose sur l'apophyse basilaire de l'occipital, présente des fibres dirigées transversalement. Elle est déprimée

en gouttière sur la ligne médiane et parfaitement symétrique.

A la face supérieure de l'isthme on voit quatre saillies mamelonnées; ce sont les *tubercules quadrijumeaux*, en arrière desquels, et entre les pédoncules supérieurs du cervelet, s'étend une lame mince de substance nerveuse qu'on nomme la *valvule de Vieussens ;* elle contribue à circonscrire le quatrième ventricule.

Bulbe rachidien ou moelle allongée. On nomme ainsi le renflement qui forme l'extrémité supérieure de la moelle épinière. Dirigé en avant et en haut, le bulbe répond par sa face antérieure à la gouttière basilaire de l'occipital; postérieurement il est reçu dans une dépression du cervelet. Bien qu'il soit contenu dans le crâne, le bulbe rachidien doit être étudié en même temps que la moelle dont il fait partie.

Moelle épinière. On désigne sous ce nom la partie rachidienne du centre nerveux; c'est une tige nerveuse, blanche, cylindroïde, symétrique, contenue dans le canal vertébral ou rachidien, qu'elle ne remplit pas complétement, et où la fixe de chaque côté le *ligament dentelé.* Elle se continue par le bulbe rachidien avec l'encéphale. Terminée en pointe à son extrémité inférieure, elle augmente rapidement de diamètre et forme le renflement lombaire, ainsi nommé de la région qu'il occupe; dans la partie dorsale, elle diminue de grosseur, puis augmente de nouveau en approchant du cou et présente le renflement cervical; enfin elle se resserre encore vers le milieu de la région cervicale

pour se renfler une troisième fois à son extrémité supérieure, constituée par le bulbe rachidien.

En avant et en arrière, la moelle offre dans toute sa longueur une scissure ou *sillon médian*, qui la partagerait en deux moitiés distinctes, sans une lame de substance blanche, intermédiaire à la fois aux deux scissures et aux faisceaux médullaires de droite et de gauche. Cette lame, parsemée de trous destinés au passage des vaisseaux, est la *commissure perforée*.

Le sillon médian antérieur est recouvert en haut par l'entre-croisement de faisceaux nerveux qui vont obliquement d'une moitié à l'autre de la moelle, et dont nous parlerons tout à l'heure. Le sillon postérieur disparaît insensiblement, comme l'antérieur, vers l'extrémité inférieure de la moelle ; à l'extrémité supérieure et au point où commence le bulbe rachidien, il s'ouvre à angle aigu. Sa disposition rappelle celle d'un bec de plume à écrire, d'où le nom de *calamus scriptorius* donné à cette partie de la moelle allongée.

Chacune des moitiés de la moelle, séparée de l'autre par les sillons que nous venons d'indiquer, est composée de deux *cordons* ou *faisceaux ;* l'un, postérieur, donnant naissance aux racines postérieures des nerfs, l'autre, antérieur, d'où sortent les racines antérieures. Ces cordons font suite aux pyramides du bulbe rachidien.

Celui-ci présente, en avant, le sillon médian qui s'y continue au delà de l'entre-croisement dont nous venons de parler ; de chaque côté du sillon se voit une éminence oblongue, ce sont les *pyramides antérieures*, en dehors desquelles sont deux saillies plus marquées, les *olives* ou *corps olivaires ;* latéralement on remarque un enfoncement grisâtre où se termine la ligne d'origine

des racines postérieures des nerfs spinaux, et en arrière duquel se dessine un faisceau de cordons distincts, le *corps restiforme;* enfin, en dehors des corps restiformes sont les *pyramides postérieures*, limitant de chaque côté le *calamus scriptorius*. Le cervelet, comme nous l'avons vu, recouvre la face postérieure du bulbe, auquel il est uni par les corps restiformes ou *pédoncules inférieurs* du cervelet, et qui contribue, par la cavité du *calamus scriptorius*, à former le quatrième ventricule.

Les pyramides antérieures se terminent, en bas, par l'entre-croisement de leurs faisceaux nerveux, et cet entre-croisement des pyramides peut être considéré comme la limite inférieure du bulbe rachidien. En haut et à leur base, les pyramides antérieures se rétrécissent et s'insèrent dans la protubérance annulaire par une sorte de collet ou d'étranglement.

Sur les côtés de la moelle épinière, les racines antérieures et postérieures des nerfs spinaux forment deux lignes parallèles. Ces racines émergent de la moelle, mais l'anatomie ne démontre pas que leurs fibres y remontent au delà de leur point d'origine et constituent par leur réunion les faisceaux médullaires. On n'est pas encore fixé sur le mode d'union des racines nerveuses et de la moelle ; bornons-nous à dire que, d'après les recherches anatomiques, la moelle paraît contenir une somme de fibres supérieure à celle des nerfs qu'elle fournit.

Ainsi, la moelle épinière, par l'expansion de son renflement supérieur ou bulbe rachidien, forme l'isthme de l'encéphale, le noyau central du cerveau et celui du cervelet, dont les hémisphères cérébraux et cérébelleux ne sont que les développements terminaux.

Méninges. On nomme ainsi trois membranes superposées qui tapissent l'intérieur du crâne et du canal vertébral, enveloppent l'encéphale et la moelle et se prolongent dans leurs anfractuosités. Ces membranes sont la *dure-mère*, l'*arachnoïde* et la *pie-mère*. Le nom de *mère*, donné aux méninges externe et interne, paraît venir des Arabes, qui désigneraient ainsi l'enveloppe d'un corps quelconque.

La *dure-mère* est une membrane fibreuse et très-résistante, qui revêt les cavités du crâne et du rachis, adhérant fort peu aux parois du canal vertébral, beaucoup plus à la voûte du crâne et intimement à sa base. L'arachnoïde et la pie-mère s'interposent entre elle et le centre nerveux. Séparée de la moelle par un espace que remplit le liquide rachidien, la dure-mère s'applique, au contraire, sur l'encéphale, dont elle maintient en position certaines parties.

Sur la ligne médiane de la voûte crânienne la dure-mère circonscrit un canal prismatique, nommé le *sinus longitudinal supérieur*, qui fait les fonctions d'une grosse veine. Au-dessous de ce sinus elle forme un large repli ou cloison verticale, la *faux du cerveau*, qui, s'enfonçant dans la grande scissure, sépare les hémisphères cérébraux, et dont le bord inférieur contient le *sinus longitudinal inférieur*. Entre les lobes postérieurs du cerveau et le cervelet, la dure-mère couvre ce dernier organe d'une enveloppe, *tente du cervelet*, qui l'isole des lobes cérébraux ; de plus elle forme la *faux du cervelet*, qui s'élève de la base du crâne entre les hémisphères cérébelleux ; enfin elle se prolonge en dehors du crâne pour envelopper le nerf optique et fournir son périoste à la cavité de l'orbite.

Ces replis, ces cloisons formées par la dure-mère autour des organes encéphaliques et dans leurs intervalles, ont pour effet de maintenir en place les différentes parties, de prévenir leur collision dans les secousses imprimées au corps, et d'empêcher qu'elles ne pèsent l'une sur l'autre dans certaines positions ; ainsi, lorsqu'on est couché sur le côté, la faux du cerveau ne permet pas que l'un des hémisphères comprime l'autre de son poids. Une disposition non moins remarquable est celle des *sinus* de la dure-mère ; ce sont, comme nous l'avons dit, des canaux veineux aux parois inextensibles et dans lesquels la circulation a lieu facilement, sans que rien puisse la troubler ou la suspendre et sans que l'afflux du sang puisse comprimer le cerveau, comme cela aurait lieu si des veines à parois extensibles remplaçaient les sinus.

Arachnoïde. Ainsi nommée de sa ténuité extrême qui l'a fait comparer à une toile d'araignée, l'arachnoïde est une membrane séreuse qui tapisse, dans toute son étendue, la surface interne de la dure-mère. Comme les autres séreuses, elle représente un sac sans ouverture et dont les parois adossées sécrètent un liquide. Elle est très-adhérente par son feuillet externe à la dure-mère, sur laquelle elle se moule et qu'elle suit exactement dans son parcours ; son feuillet interne est uni à la pie-mère qui la sépare de la substance nerveuse sur beaucoup de points. Cette union est si intime qu'on a considéré l'arachnoïde comme n'existant réellement que là où elle se sépare distinctement de la pie-mère, au niveau de la scissure de Sylvius, des anfractuosités cérébrales, etc. En effet, l'arachnoïde ne s'enfonce pas dans les inter-

valles où ne pénètre pas la dure-mère, à l'étendue de laquelle elle est restreinte. On trouve sur ces points une lacune entre la séreuse et le centre nerveux qu'elle n'enveloppe qu'à distance, ce qui est marqué surtout pour la moelle épinière.

Toutes les cavités circonscrites par l'arachnoïde contiennent un liquide séreux, *liquide sous-arachnoïdien* ou *céphalo-rachidien*. Les ventricules cérébraux et cérébelleux renferment aussi, nous l'avons dit, une certaine quantité de sérosité. La destination de ce fluide paraît être surtout de protéger les organes contre le retentissement des chocs et des secousses. Le cerveau et la moelle, suspendus en quelque sorte dans l'arachnoïde, sont contenus le plus doucement possible par le liquide sous-arachnoïdien et par celui des ventricules, qui humectent les surfaces et ne permettent aucun frottement.

Pie-mère. On donne ce nom à celle des méninges qui enveloppe immédiatement le centre nerveux. C'est un réseau vasculaire d'une extrême finesse et qu'on peut regarder comme la membrane nourricière des organes encéphalo-rachidiens. Dans son tissu viennent se diviser à l'infini les artères qui se rendent au cerveau, et se réunir les radicules veineuses qui en partent. Elle suit exactement les circonvolutions cérébrales, pénètre dans les anfractuosités, dans les ventricules et revêt de même les lames du cervelet. Elle devient plus dense et comme fibreuse autour de la moelle, dont elle forme le névrilème ou l'enveloppe, ainsi qu'à l'origine des nerfs.

En résumé, le cerveau, le cervelet et la moelle épi-

nière, enveloppés dans le crâne et le canal rachidien, de trois membranes superposées, sont réunis par un centre commun, l'isthme de l'encéphale.

Le cerveau et la moelle donnent naissance aux nerfs.

Nerfs. On nomme ainsi des cordons blancs ou grisâtres qui tiennent par une de leurs extrémités au centre nerveux encéphalo-rachidien et par l'autre se distribuent dans les organes. Les nerfs se composent de filets très-déliés, réunis, à leur sortie du centre nerveux, en faisceaux qu'on nomme *racines des nerfs ;* ces racines forment en s'unissant des troncs qui se ramifient et se perdent, pour ainsi dire, dans les tissus de l'organisme. Une gaîne de tissu cellulaire, appelée *névrilème*, *périnèvre*, enveloppe les nerfs et pénètre entre les *filets* constitués par la réunion des *tubes nerveux* dont nous avons parlé en étudiant les tissus. Les ramifications des nerfs s'unissent entre elles et semblent se confondre en formant, sur plusieurs points, des lacis très-compliqués qu'on a nommés *plexus*, mais c'est par leur névrilème seulement qu'elles se soudent ainsi. Un filet nerveux proprement dit ne se confond jamais avec un autre, il va sans s'interrompre et toujours distinct, au milieu du réseau le plus inextricable, du centre nerveux à l'organe qu'il dessert. C'est par analogie avec l'anastomose, c'est-à-dire l'abouchement des vaisseaux, qu'on a parlé de l'anastomose des nerfs, et nous verrons plus loin que si la communication des vaisseaux entre eux est une condition essentielle de la circulation, la distinction et l'isolement absolu des nerfs dans leurs ramuscules les plus ténus n'est pas moins nécessaire à l'intégrité des fonctions nerveuses.

On peut donc comparer l'union par adossement des nerfs dans leur trajet à celle de fils électriques réunis en faisceau, mais toujours distincts grâce à leur enveloppe isolante ; l'enveloppe isolante des nerfs, c'est le névrilème.

Dans ces derniers temps, M. Sappey a décrit, sous le nom de nerfs des nerfs (*nervi nervorum*), des filets nerveux qui se rendent au névrilème et sont pour les nerfs eux-mêmes ce que les nerfs sont pour l'organisme entier.

On distingue deux ordres de nerfs ; les uns, sous l'impulsion de la volonté, transmettent aux organes le mouvement : ce sont les *nerfs de la vie animale* ou *de relation;* les autres président aux fonctions qui s'accomplissent dans les viscères sans que nous en ayons conscience et sans que la volonté y prenne part : ce sont les *nerfs de la vie organique*. Les premiers, *nerfs crâniens* ou *rachidiens*, partent directement du centre nerveux, ils sont blancs et d'une texture généralement assez résistante ; les seconds, *nerfs ganglionnaires* ou *viscéraux*, bien que rattachés au centre nerveux par des connexions, forment un système à part que l'on nomme le *grand sympathique ;* ils sont, pour la plupart, mous et de couleur grisâtre.

Nerfs crâniens et rachidiens. Tous sont disposés deux à deux et forment une série de *paires* au nombre de 40, dont 9 paires crâniennes ou cérébrales, et 31 paires spinales ou rachidiennes.

Les nerfs crâniens sont classés comme il suit :

1re paire : *nerf olfactif*, qui se ramifie dans l'organe de l'odorat.

2e paire : *nerf optique ;* c'est le nerf qui préside à la vision ; son expansion terminale forme la rétine.

3e paire : *nerf moteur oculaire commun ;* il se distribue à la plupart des muscles qui donnent le mouvement au globe de l'œil.

4e paire : *nerf pathétique*, ainsi nommé parce qu'il donne le mouvement au muscle grand oblique, dont l'action sur le globe oculaire est un des éléments principaux de l'expression du visage.

5e paire : *nerf trijumeau* ou *trifacial*, formant de chaque côté les trois nerfs *ophthalmique*, *maxillaire supérieur* et *maxillaire inférieur ;* il se distribue à la face et aux organes qui la constituent.

6e paire : *nerf moteur oculaire externe ;* il va dans chaque orbite au muscle droit externe de l'œil.

7e paire, divisée en portion dure ou *nerf facial*, qui se rend à la face, et portion molle ou *nerf auditif*, qui dessert l'oreille interne.

8e paire, divisée en trois branches : 1° *nerf glosso-pharyngien ;* c'est le nerf du goût, il se rend à la langue et au pharynx en fournissant des rameaux à plusieurs muscles du cou, aux amygdales, etc. ; 2° *nerf pneumo-gastrique*, donnant des rameaux à la région cervicale, au pharynx, au larynx, aux poumons et à l'estomac ; 3° *nerf spinal* ou *accessoire de Willis*, qui envoie des rameaux à plusieurs muscles du cou, au pharynx et au larynx.

9e paire : *nerf grand hypoglosse*, qui donne le mouvement à la langue.

Les *nerfs rachidiens* forment 8 paires cervicales, 12 paires dorsales, 5 paires lombaires et 6 paires sacrées. Tous naissent de la moelle par deux faisceaux

de *racines*, dites les unes *antérieures*, les autres *postérieures*, suivant la partie de la moelle d'où elles émergent. Ces racines, enveloppées d'une gaîne membraneuse, se réunissent pour former le tronc nerveux à une distance plus ou moins grande de leur point d'origine, suivant la région dont elles procèdent. Celles des nerfs lombaires et sacrés constituent, dans la partie inférieure du canal rachidien, un faisceau de cordons indépendants, auquel sa disposition a fait donner le nom de *queue de cheval*.

Au niveau des trous de conjugaison, par où les nerfs sortent du canal rachidien, les racines postérieures présentent, de chaque côté, un ganglion auquel s'unissent les racines antérieures et d'où le nerf se distribue à l'organisme par trois ordres de *branches spinales*, *antérieures*, *postérieures* et *ganglionnaires*, celles-ci destinées au grand sympathique.

Les quatre premières paires de nerfs cervicaux forment par l'adossement de leurs branches le *plexus cervical*, dont les ramifications se distribuent aux régions superficielle et profonde du cou, à l'extérieur de la tête, à l'épaule et à la partie supérieure du dos.

Les quatre dernières paires cervicales constituent le *plexus brachial* qui, après avoir fourni de nombreux rameaux à l'épaule et au dos, se distribue au bras par les nerfs *brachial cutané*, *musculo-cutané*, *médian*, *cubital* et *radial*.

Les douze paires de nerfs dorsaux ou intercostaux, ainsi que les cinq paires lombaires, se ramifient dans les parois du thorax et de l'abdomen, et dans les muscles du dos et des lombes. Le *plexus lombaire* fournit, entre autres branches principales, le *nerf crural*, qui

forme en se ramifiant le nerf *musculo-cutané* crural, les *nerfs saphènes interne* et *externe*, etc.

Les six paires de nerfs sacrés se distribuent au bassin et aux membres inférieurs. Les quatre premières forment avec la dernière paire lombaire le *plexus sacré*, dont la principale branche terminale est le *nerf sciatique*. Ce nerf, le plus gros du corps, descend à la partie postérieure de la cuisse, aux muscles de laquelle il donne plusieurs rameaux ; un peu au-dessus du genou, il se divise en deux troncs : les *nerfs poplités interne* ou *tibial*, et *externe* ou *péronier*, qui se distribuent par de nombreuses ramifications aux muscles de la jambe et du pied.

Grand sympathique. L'appareil nerveux qu'on désigne sous ce nom consiste en un double cordon placé de chaque côté de la colonne vertébrale, le long du cou et à l'intérieur des cavités thoracique et abdominale. C'est, comme nous l'avons dit, le système nerveux de la vie organique, végétative ou nutritive. Étendu de la première vertèbre cervicale à la dernière vertèbre du sacrum, le grand sympathique se renfle au niveau de chaque vertèbre en formant des ganglions nerveux qui communiquent, par des filets externes, avec toutes les paires crâniennes ou rachidiennes et constituent, par leurs filets internes, tous les nerfs viscéraux. Ce chapelet de ganglions a fait donner au grand sympathique le nom de système nerveux ganglionnaire.

Le grand sympathique forme les plexus *pharyngien*, *cardiaque*, *solaire* ou *cœliaque* et *hypogastrique*. Ce sont les centres nerveux de la vie organique.

Les nerfs émanant du grand sympathique entourent

comme d'une gaîne les artères et pénètrent avec elles dans les organes. Parmi ces nerfs, les uns sont, comme nous l'avons dit, mous et grisâtres, les autres sont blancs et fermes.

Fonctions du système nerveux. Le système nerveux est le siége de l'intelligence, des facultés sensoriales et de la motricité ; il est le centre d'action de l'organisme et préside à tous les phénomènes dont l'ensemble constitue la vie. Ses parties rachidienne et périphérique, la moelle et les nerfs, ne prennent part qu'aux fonctions de la sensibilité, du mouvement et de la vie organique ; l'encéphale concourt à la fois aux fonctions matérielles et intellectuelles.

On est parvenu à distinguer, dans les nerfs et la moelle, les appareils spéciaux à la sensibilité de ceux qui président au mouvement. Mais on ne possède encore que des notions très-limitées et, pour la plupart, hypothétiques sur les fonctions spéciales des diverses parties de l'encéphale. La physiologie comparée montre que ces parties sont les unes sensibles et excitables, les autres insensibles et inexcitables par les agents extérieurs. Les premières, bulbe, protubérance, tubercules quadrijumeaux, sont les plus rapprochées de la moelle, et l'anatomie peut y suivre les faisceaux médullaires doués de sensibilité ; mais plus loin ces mêmes faisceaux deviennent insensibles dans le cerveau, le cervelet, les couches optiques, etc. Il semble qu'après avoir transmis l'impression extérieure, ils changent de nature en devenant partie intégrante de l'organe où la sensation est produite et soumise à l'appréciation de l'intelligence. L'embarras n'est pas moindre si l'on

cherche à spécifier les parties de l'encéphale qui président au mouvement. Quant au siége des facultés intellectuelles, on ne peut douter qu'il soit placé dans l'encéphale. On sait que les facultés se développent en même temps que le cerveau, mais la science ne possède aucune donnée précise sur le rôle que jouent dans l'élaboration de la pensée les différents organes contenus dans la cavité crânienne.

Le système nerveux, qui donne à tout le corps le mouvement et la sensibilité, est lui-même sous la dépendance absolue de la circulation. Il détermine et règle sa marche en excitant les mouvements du cœur, mais il faut qu'il soit à son tour excité par l'afflux du sang que lui apportent les artères, et, de même que le cœur ralentit ou cesse ses mouvements sous l'influence de certaines impressions, les fonctions du cerveau, de la moelle et des nerfs sont inévitablement suspendues quand le sang ne vient pas éveiller la force nerveuse. Tout obstacle au cours du sang détermine la paralysie plus ou moins complète des parties situées au delà de l'obstacle, et, dès que le liquide nourricier s'arrête ou se ralentit dans sa marche vers le cerveau, on voit survenir la syncope, c'est-à-dire, l'arrêt ou le ralentissement des fonctions de l'encéphale.

En décrivant sommairement le système nerveux, nous avons cru devoir procéder du centre à la périphérie ; l'ordre inverse nous semble préférable à suivre dans l'exposé des fonctions nerveuses.

Fonctions des nerfs rachidiens sensitifs et moteurs. La sensibilité peut s'éteindre dans une partie du corps sans que le mouvement y soit aboli et, réciproquement,

un membre peut perdre la faculté de se mouvoir et rester sensible aux agents extérieurs. Cette indépendance du mouvement et du sentiment avait révélé aux physiologistes de l'antiquité l'existence de deux ordres de nerfs, les uns sensitifs, les autres moteurs. Boerhaave et d'autres anatomistes modernes accueillirent cette doctrine, sur laquelle Lamarck émit des vues théoriques très-rapprochées de la vérité. Charles Bell fut conduit, dès 1811, par des expériences sur les animaux, à reconnaître que les racines antérieures et les racines postérieures des nerfs rachidiens avaient des fonctions différentes ; mais il se trompa, dans la déterminaison de ces fonctions, en considérant les racines antérieures comme chargées de transmettre à la fois le mouvement et la sensibilité, tandis que les racines postérieures transmettaient une soi-disant influence vitale ou organique particulière, suivant Bell, au cervelet. Enfin, Magendie, le premier, en 1822, découvrit et fit voir que les racines antérieures étaient motrices, et les racines postérieures sensibles.

Ainsi, les faisceaux antérieurs de la moelle et les racines antérieures des nerfs qui en procèdent sont insensibles et déterminent la contraction musculaire. Les faisceaux postérieurs de la moelle et les racines postérieures des nerfs sont étrangers au mouvement et sensibles. Chacun des nerfs rachidiens formé par l'union des racines antérieures et postérieures comprend des filets moteurs et des filets sensitifs juxtaposés dans le tronc nerveux et dans ses ramifications. Il suit de là que ces nerfs ou leur subdivision sont *mixtes*, c'est-à-dire, sensitifs et moteurs à la fois, dans l'ensemble du faisceau qu'ils représentent. Ils sont sensibles à l'irritation

mécanique, ils excitent la contraction musculaire sous l'influence du galvanisme, car l'un et l'autre de ces agents rencontre dans le nerf des filets soumis à sa puissance. Ces filets, considérés isolément, vont du centre à la périphérie sans se diviser ni n'anastomoser, dans le sens exact du mot : car ce qu'on nomme anastomose dans les nerfs est une simple juxtaposition, un adossement sans échange de leur substance propre, sans fusion intime.

C'est à la continuité des filets nerveux et à leur indépendance qu'est due la netteté des sensations tactiles et la précision des mouvements. On comprend, en effet, que si deux filets sensitifs s'unissaient dans leur substance propre, les impressions perçues par eux au delà du point d'union se confondraient et ne seraient pas rapportées par le cerveau à des points distints. Si, par exemple, deux filets se rendant aux doigts indicateur et médius étaient unis intimement et non pas seulement juxtaposés sur un point quelconque de leur parcours entre l'extrémité des doigts et le centre nerveux, ils apporteraient au cerveau une seule et même sensation de contact pour l'indicateur et pour le médius, d'où l'impossibilité de distinguer sur quel doigt aurait lieu l'impression tactile. Il en serait de même pour deux filets d'un nerf moteur se rendant à ces mêmes doigts et qui, s'ils étaient unis intimement et non isolés dans leur substance propre, transmettraient le mouvement aux deux doigts sans distinction et ne permettraient pas au cerveau de mouvoir expressément l'un ou l'autre.

Chez les personnes qui ont été amputées, il se produit communément un phénomène qui s'explique par l'exis-

tence dans les nerfs, dès leur origine, de tous les filets qui se rendent à la périphérie. L'homme qui a perdu la jambe ou le bras ressent des douleurs qu'il rapporte non pas au moignon qui lui reste, mais au pied ou à la main qu'il n'a plus. Ce sont les filets nerveux, primitivement destinés à ces parties, qui sont le siége de la douleur et qui la transmettent comme venant de l'organe auquel ils donnaient précédemment la sensibilité. De même, quand un lambeau de la peau du front a été transplanté sur le nez par l'autoplastie, le malade, si l'on touche son nez, ressent au front l'impression tactile.

Nous verrons, en parlant des sens, que les impressions tactiles peuvent être distinctes, à la pulpe des doigts, avec un intervalle d'un demi-millimètre, ce qui suppose deux filets nerveux séparés par cet intervalle et se rendant directement au cerveau ; mais on se tromperait, si l'on appréciait par ce moyen le nombre des subdivisions nerveuses, car chaque point de la peau est sensible au contact. C'est donc par des ramuscules innombrables, mais comprenant tous au moins un filet nerveux, que les nerfs se terminent dans nos organes : ceux du mouvement pour exciter les contractions du tissu musculaire, ceux du sentiment pour recevoir et transmettre les impressions.

Fonctions des nerfs crâniens. De même que les nerfs rachidiens, ceux qui naissent dans le crâne peuvent être distingués en nerfs moteurs et nerfs sensitifs. Parmi ces derniers, les uns sont doués d'une sensibilité spéciale, comme l'olfactif, l'optique, l'auditif, les autres transmettent la sensibilité générale. Plusieurs nerfs crâniens comprennent des filets d'ordres différents et

sont formés par la réunion des nerfs affectés à la sensibilité générale, à la sensibilité spéciale ou au mouvement. Comme les nerfs rachidiens, après l'union de leurs racines, ils constituent des cordons mixtes dans leurs fonctions d'ensemble, mais distincts dans celles de leurs filets isolés. L'analogie avec les nerfs rachidiens est complétée par les branches qui vont des nerfs crâniens sensitifs au grand sympathique et par les fibres grises que l'on observe près de l'origine des nerfs crâniens comme aux racines postérieures des nerfs rachidiens. Quant aux nerfs moteurs, ils émergent, dans le crâne, du prolongement des faisceaux antérieurs de la moelle, origine des nerfs moteurs rachidiens.

Fonctions de la moelle épinière. Nous avons vu précédemment que les faisceaux antérieurs de la moelle étaient insensibles et transmettaient la motricité aux racines antérieures des nerfs, tandis que les faisceaux postérieurs étaient affectés à la sensibilité comme les nerfs qui en émergent. Ces propriétés des faisceaux médullaires, longtemps controversées, ont été démontrées par les expériences de Longet. La moelle transmet aux nerfs du tronc et des membres le principe des mouvements volontaires et respiratoires. Elle agit en outre comme foyer d'innervation dans les mouvements du cœur et dans la circulation, dans les phénomènes de la nutrition et des sécrétions diverses; enfin, elle paraît n'avoir sur la production et l'entretien de la chaleur animale qu'une influence médiate. Quand une lésion quelconque affecte une des moitiés latérales de la moelle, c'est dans le côté correspondant du corps que le mouvement et la sensibilité sont altérés ou abolis; la

moelle a donc une *action directe* sur les organes auxquels elle envoie des nerfs et non une *action croisée* comme celle de l'encéphale.

Fonctions de l'encéphale. Bulbe rachidien. Le bulbe est le foyer central et l'organe régulateur des mouvements respiratoires.. C'est dans un point restreint de ce renflement de la moelle, vers l'origine de la huitième paire, que Flourens a démontré le siége de l'organe qu'il nomme *premier moteur* du mécanisme respiratoire ou *nœud vital.* Cet organe, suivant Longet, ne comprend pas toute l'épaisseur du bulbe, mais seulement un faisceau composé de substance grise et intermédiaire aux corps pyramidal et restiforme.

Le bulbe transmet, de la moelle au cerveau, les impressions, et, du cerveau à la moelle, l'impulsion de la volonté; ses parties antérieures et postérieures sont le prolongement des faisceaux médullaires correspondants, on doit donc penser qu'ils en continuent les fonctions comme la substance et que le bulbe est affecté, par sa région antérieure, au mouvement, par sa région postérieure, à la sensibilité. En effet, les nerfs qui partent de la première sont tous sensitifs, ceux de la seconde sont moteurs. Les faisceaux antérieurs du bulbe entre-croisent leurs fibres, d'où résulte une action croisée sur les nerfs moteurs auxquels ils donnent origine; les faisceaux postérieurs, au contraire, ne s'entre-croisent pas, et leur action est directe.

Protubérance annulaire. Le principe des mouvements de la locomotion émane spécialement, suivant Longet, de la protubérance. Cette partie de l'encéphale a sur le mouvement une action croisée. Elle est pour

les sensations tactiles un centre de perceptivité, mais rien n'autorise à croire qu'elle puisse apprécier les sensations à elle seule et sans l'aide des lobes cérébraux.

Pédoncules cérébelleux et cerébraux. Cet organes, qui unissent le cerveau et le cervelet à l'isthme de l'encéphale et à la moelle, semblent être uniquement des moyens de transmission du mouvement et de la sensibilité. La lésion d'un des pédoncules cérébelleux moyens détermine le tournoiement du corps sur son axe, phénomène diversement expliqué par les auteurs.

Tubercules quadrijumeaux. Ils prennent une part essentielle à la vision soit en déterminant les contractions de l'iris, soit en contribuant à la perception des sensations visuelles.

Glande pinéale. L'hypothèse de Descartes a popularisé, pour ainsi dire, cet organe, dont les fonctions ne sont pas connues. L'illustre philosophe considérait la glande pinéale « comme la source d'où les parties du sang les plus subtiles, les esprits, coulaient de tous côtés dans le cerveau et se dirigeaient vers un point quelconque, suivant que la glande s'inclinait dans un sens ou dans l'autre. » On a parodié l'idée de Descartes en faisant asseoir sur la glande pinéale l'âme, qui de là dirigeait les impulsions du cerveau par deux prolongements nerveux appelés *rênes de l'esprit* (*habenæ animi*).

Couches optiques. Malgré le nom qu'on lui donne, cette région de l'encéphale ne semble pas avoir sur la vue d'action appréciable. En revanche, elle agit sur les

mouvements volontaires et de telle sorte, que l'influence de sa moitié droite se fait sentir à gauche et *vice versa;* c'est ce qu'on nomme l'*action croisée*, qui tient, comme nous l'avons dit, à l'entre-croisement des fibres cérébrales. Les couches optiques ne paraissent pas avoir une action spéciale sur les mouvements des membres supérieurs, comme l'avaient pensé plusieurs physiologistes.

Nous croyons inutile d'énumérer d'autres parties de l'encéphale, dont les fonctions sont douteuses ou tout à fait inconnues.

Cerveau. L'observation a permis aux physiologistes de distinguer dans la moelle épinière, dans les nerfs rachidiens et même dans ceux du crâne, les parties sensitives et les parties motrices; on peut admettre, d'après les données expérimentales de l'anatomie comparée, que certaines régions de l'encéphale sont douées de sensibilité, tandis que d'autres sont insensibles; mais on n'a pu, jusqu'à présent, reconnaître dans la masse encéphalique les organes centraux qui président au sentiment et au mouvement. Rien n'autorise d'ailleurs à penser que les parties insensibles du cerveau n'ont aucune part aux fonctions motrices ou sensitives, et l'on ne saurait, à plus forte raison, préciser dans l'encéphale le siége de l'intelligence. On voit les facultés intellectuelles se développer chez l'enfant, en même temps que le cerveau; on sait que ces facultés demeurent incomplètes ou sont altérées quand l'évolution normale de l'organe est suspendue, quand certaines lésions s'y produisent; mais ces données, incontestables en principe, n'ont rien d'absolu dans l'application. Une blessure peut atteindre le

cerveau et même en détruire une partie, sans que les facultés intellectuelles soient altérées sensiblement; un homme de génie peut avoir le cerveau mal développé, témoin Bichat, dont les lobes cérébraux n'étaient pas d'un volume égal. D'autre part, on voit l'intelligence se voiler sous l'influence de l'alcool, de certaines substances vénéneuses ou d'un accès de fièvre, sans qu'il reste dans l'encéphale aucune trace de ce trouble passager; le sommeil produit un effet analogue, et les rêves ne sont, en général, qu'une suite d'idées fausses, une véritable folie qui cesse au réveil. Enfin, chez les aliénés, bien souvent la science ne peut constater que leur infortune, dont rien, dans le cerveau, ne permet de soupçonner la cause organique. C'est donc avec réserve que la physiologie s'exprime à l'égard des fonctions cérébrales, et la plupart des propositions qu'elle émet sont un objet de discussion et d'incertitude.

Les lobes cérébraux ne paraissent pas essentiellement nécessaires à la perception des impressions sensitives générales ou spéciales. Ainsi, l'observation pathologique établit que la vue peut être également bonne des deux yeux, quoiqu'un hémisphère cérébral soit atrophié ou qu'il ait subi, par suite de blessures, une grande perte de substance. C'est, au contraire, dans les lobes exclusivement que se fait l'appréciation des sensations et que se forment les idées qu'elles suscitent. C'est aussi des hémisphères qu'émane l'incitation d'où résultent les mouvements volontaires. Plusieurs physiologistes ont placé dans la substance grise, d'autres dans la substance blanche, l'origine de ces mouvements. Quel que soit le siége du principe moteur, on reconnaît que le cerveau exerce sur les muscles une action croisée; l'hémisphère

gauche détermine les mouvements du côté droit, l'hémisphère droit ceux du côté gauche. Dans quelques cas, cependant, l'action est directe, ce qu'on explique par l'insuffisance exceptionnelle d'entre-croisement des fibres cérébrales. On a cherché vainement à localiser les mouvements dans le cerveau ; le désaccord des physiologistes sur ce point ne permet pas de considérer la question comme résolue.

La plupart des auteurs placent dans les lobes cérébraux le siége des facultés intellectuelles. Chez les animaux supérieurs, le développement plus complet du cerveau proprement dit coïncide, en effet, avec une intelligence plus grande, et les proportions du cerveau de l'homme s'accordent avec son intelligence pour mettre un intervalle immense entre lui et les animaux les mieux doués sous ce rapport. Enfin, l'encéphale des idiots est caractérisé surtout par l'atrophie des lobes cérébraux, de leurs circonvolutions et de la substance grise ou corticale. Plusieurs auteurs se sont fondés sur l'observation répétée de ce dernier fait pour placer dans la substance grise le siége de l'intelligence.

Nous avons dit, en parlant du crâne, que Gall et son école ont localisé dans les lobes antérieurs du cerveau les facultés intellectuelles, dans les lobes moyens les qualités morales ou les tendances de l'esprit, et dans les lobes postérieurs les facultés animales ou les penchants instinctifs. Cette doctrine semble la conséquence rationnelle de celle qui reconnaît une partie de l'encéphale comme spécialement affectée aux fonctions de l'intelligence ; mais si l'on admet l'existence possible dans le cerveau d'appareils distincts et multiples, en rapport

avec les phénomènes psychiques, c'est uniquement par hypothèse et sans pouvoir en fournir aucune preuve.

On objecte avec raison à la théorie phrénologique le groupement des facultés dans les parties du cerveau qui correspondent à la voûte du crâne, exclusivement à celles qui reposent sur sa base ; l'anatomie pathologique ne s'accorde pas d'ailleurs avec l'hypothèse de Gall et l'anatomie comparée ne permet pas de l'admettre.

Cervelet. Parmi les fonctions diverses que les physiologistes ont attribuées au cervelet, une seule a été généralement admise dans ces derniers temps, c'est la coordination des mouvements. Les nombreuses expériences de Flourens, confirmées par celle de MM. Bouillaud et Longet, semblaient prouver que la lésion ou l'absence du cervelet causent dans les mouvements un trouble analogue à celui de l'ivresse et que cet organe est, en effet, le régulateur des mouvements. Cependant l'anatomie pathologique ne s'accordait pas à cet égard avec les expériences faites sur les animaux. On avait vu l'absence congénitale du cervelet coïncider avec l'intégrité des fonctions et notamment de la locomotion. On possédait un grand nombre d'observations recueillies surtout par M. Andral et constatant que le cervelet peut être malade sans que les mouvements cessent d'être coordonnés. Les travaux récents de M. Duchenne (de Boulogne) sont venus contredire encore la théorie de Flourens, et l'on sait aujourd'hui que le plus grand désordre peut exister dans les mouvements sans que le cervelet présente aucune lésion appréciable.

Fonction du grand sympathique. L'appareil nerveux de ce nom est formé, comme on sait, de filets sensitifs

et de filets moteurs provenant des nerfs crâniens ou des racines des nerfs rachidiens. C'est dire que ses ramifications sont à la fois sensibles et motrices. Les mouvements excités par le grand sympathique ne sont pas soumis à l'empire de la volonté. Le principe moteur qui émane de cet appareil diffère encore de celui qui détermine les mouvements volontaires. en ce que sa transmission est moins rapide. Des expériences faites sur les animaux prouvent aussi que les ganglions et les ramifications du grand sympathique fonctionnent encore quelque temps, après qu'ils ont cessé d'être en communication avec le centre nerveux. Les mouvements qu'ils déterminent s'exécutent alors sous l'influence de la force nerveuse préexistante et comme emmagasinée dans leur masse. Le grand sympathique donne le mouvement et la sensibilité aux appareils de la vie organique ; il préside aux fonctions nutritives, à la circulation, aux sécrétions, etc.

Pouvoir réflexe. Outre les mouvements volontaires qui ont lieu à la suite de la transmission des impressions par les nerfs sensitifs et de la sensation perçue, il s'en produit d'autres auxquels la volonté n'a point de part, et qui résultent de l'incitation immédiatement réfléchie sur les nerfs moteurs, sans qu'une sensation ait lieu nécessairement ou, du moins, sans que nous en ayons conscience. On nomme ces derniers *mouvements réflexes*, et la force qui les détermine, considérée comme spéciale au centre nerveux, est dite *pouvoir réflexe* ou *faculté excito-motrice*.

Plusieurs physiologistes considèrent comme se rattachant à l'action réflexe les phénomènes que l'on a désignés sous le nom de *sensibilité récurrente* et sur

l'origine desquels les auteurs ne sont pas d'accord.

Enfin, c'est encore une action réflexe qui donne lieu aux *sympathies*, c'est-à-dire à l'action particulière que certains organes exercent sur d'autres. Telles sont la sensation d'agacement des dents par le grincement du métal sur la pierre ou sur le verre, l'éternument provoqué par le chatouillement de la membrane pituitaire ou par le tabac en poudre, etc. (Voy. *Mouvements*, page 73.)

Force nerveuse. La transmission presque instantanée de la sensibilité et de l'impulsion motrice dans les différentes parties du système nerveux est un des mystères de l'organisme. On a comparé cet ordre de phénomènes à ceux qui se produisent dans la nature sous l'influence de l'électricité ou du magnétisme, et l'on s'est demandé si le système nerveux n'était pas sous la dépendance d'un fluide impondérable produit dans sa substance ou puisé à la même source que tous les éléments de la matière animée. On a nommé fluide nerveux, force nerveuse, principe actif des nerfs, cet agent dont l'existence hypothétique permettait d'expliquer les fonctions nerveuses, comme on explique l'action de la pile électrique ou les mouvemeuts de l'aiguille aimantée. La découverte admirable de Galvani sembla prouver l'analogie, sinon l'identité de l'électricité et du fluide nerveux. Naturalistes et physiciens s'efforcèrent d'établir, à l'aide de l'expérience, que l'électricité se développait dans les centres nerveux et circulait dans les nerfs. Mais jusqu'à présent, les instruments les plus délicats, entre les mains des observateurs les plus habiles, n'ont pu déceler dans les

nerfs le moindre courant électrique, et rien n'autorise à considérer comme identiques la force nerveuse et l'électricité. Doit-on penser que ces deux forces sont du moins analogues ? L'une et l'autre peuvent être développées par le frottement, par les combinaisons chimiques, par la chaleur, etc. ; toutes deux sont transmises rapidement ; toutes deux ont pour effet l'élévation de la température, la décomposition ou la recomposition de certains produits. Mais il paraît certain que la transmission de la motricité se fait dans les nerfs avec une vitesse beaucoup moins grande que celle du fluide électrique, le système nerveux ne contribue d'ailleurs que médiatement à produire la chaleur animale, et rien ne rappelle ici le fait d'un courant échauffant un fil métallique. Enfin, c'est uniquement par hypothèse que l'on voit la force nerveuse agir sur les opérations chimiques de la vie, autrement qu'en donnant l'activité aux organes affectés à ces opérations. Il faut cependant reconnaître une certaine analogie entre les phénomènes nerveux et les phénomènes électriques. De nouvelles recherches éclairciront sans doute cette question ardemment étudiée et qui, peut-être, serait déjà résolue, si l'on pouvait assimiler les réactions des corps inertes aux transformations de la matière organisée, et les phénomènes purement physiques à ceux dans lesquels intervient la vie.

De la mé[illegible]e. Les Grecs avaient fait de *Mnémosyne* la mère [illegible]s Muses, et [illegible]our nous, sous une forme moins poétique, la mémoire est le lien nécessaire des facultés intellectuelles.

Les sens nous révèlent le monde extérieur, l'intelli-

gence apprécie les sensations et, s'élevant des notions matérielles aux conceptions abstraites, embrasse tout ce qu'il est donné à l'homme d'apprendre et de savoir ; mais c'est la mémoire qui lui permet d'enregistrer, comme dans un répertoire, les faits et les données, aliment de l'esprit, de comparer et de juger, d'exprimer sa pensée par le langage, et de participer à la pensée des autres hommes. Sans la mémoire, l'homme ne connaîtrait ni les liens du sang, ni l'amitié, ni la reconnaissance ; le passé n'existant pas pour lui, sa vie n'embrasserait que le moment présent, et s'écoulerait comme les premiers instants qui suivent la naissance. Dénué de toute expérience, poussé par d'aveugles instincts, complétement isolé dans la création, il ne saurait exister avec des organes qui lui rendent nécessaire tout ce dont il serait dépourvu. On ne peut donc concevoir l'espèce humaine sans la mémoire, et, pour trouver une organisation privée de cette faculté, il faut descendre aux derniers degrés de l'échelle animale.

La mémoire est comme un être mixte tenant à la fois du corps et de l'intelligence ; elle est un reflet, une image de nous-mêmes, puisqu'elle nous reporte à tous les instants qui ont marqué dans notre vie. Historien à la fois véridique et passionné des faits qu'elle nous retrace, elle semble ajouter à notre existence les heures écoulées ; mais, en rapprochant les époques, elle nous fait rudement sentir la marche du temps, soit que le bonheur nous ramène aux jours heureux, soit qu'avec cette douleur dont parle le poëte, nous nous les rappelions dans l'infortune. Elle se présente à nous sous les traits de tous ceux qui ont été mêlés à notre existence ; elle nous offre un portrait isolé ou le

tableau d'une foule immense; un objet minime, une plante, un rocher, ou les plus vaste scènes de la nature; un mot ou l'œuvre entière d'un écrivain; un fait ou l'histoire d'un peuple. Mémoire des sens ou de l'intelligence, elle nous reporte en un instant aux impressions les plus vives, aux conceptions les plus abstraites. Qu'elle emprunte la forme des sensations ou celle de la pensée, elle nous fait traverser le temps ou l'espace avec une vitesse dont rien ne peut donner idée dans l'ordre matériel, et l'on pourrait dire que l'espace et le temps n'existent pas pour la mémoire, si elle ne réveillait, en les franchissant, la notion de l'un et de l'autre.

Obéissant à l'ordre de la volonté, la mémoire retrace l'ensemble et les détails d'une doctrine scientifique, la controverse la plus ardue et la plus délicate dans ses distinctions, la série des systèmes philosophiques, en un mot tout ce que la science ou l'érudition la plus profonde ont pu classer dans l'esprit.

On trouve cités partout des exemples de mémoire extraordinaires, et l'antiquité nous en a légué un grand nombre. Mithridate, qui parlait vingt-deux langues ou dialectes, suivant Aulu-Gelle, et quarante, suivant Pline; Scipion l'Asiatique, qui connaissait par leur nom la plupart de ses légionnaires; J. César, Hortensius, Lucullus, Adrien et beaucoup d'autres prouvent qu'une vaste mémoire n'exclut pas un esprit supérieur. Pic de la Mirandole en fut un nouvel exemple au quinzième siècle, aussi bien que Leibnitz et Haller au dix-huitième. Ce dernier cite un Allemand nommé Müller, qui parlait vingt langues, et, de nos jours, le cardinal Mezzofanti, qui en parlait près de cinquante, sans compter les dia-

lectes, conversait avec les élèves du collége de la Propagande, venus de tous les points du globe.

On raconte aussi que Scaliger apprit Homère par cœur en vingt et un jours, et les autres poëtes grecs en quatre mois; Magliabecchi pouvait dicter, à ce qu'on assure, des livres entiers après les avoir lus une fois; et, si quelques-uns de ces exemples d'une mémoire prodigieuse ne sont pas avérés, ils sont du moins rendus très-vraisemblables par ceux que l'on ne peut contester.

C'était encore une mémoire extraordinaire qui permettait au jeune Mangiamele, berger sicilien, de calculer de tête, avec une telle rapidité que les membres de l'Académie des sciences avaient peine à le suivre en s'aidant des procédés les plus expéditifs. Mais l'intelligence fort ordinaire de ce jeune homme prouvait que, chez lui, la mémoire était une faculté sans proportion avec les autres, et c'est ce qu'on a souvent observé, surtout chez les enfants.

La mémoire est quelquefois éveillée par une sensation qui nous reporte au temps et au lieu où elle s'est déjà produite. Cette *mémoire des sens* agit sur nous avec une puissance extraordinaire, et c'est un des moyens les plus sûrs que les écrivains possèdent de parler au cœur humain. Énée pleure en voyant sur les murs de Carthage une peinture qui lui retrace les malheurs de sa patrie : *En Priamus* : Voilà Priam, dit-il en s'adressant à ses compagnons d'exil. Andromaque arrose de ses larmes le tertre de gazon consacré par elle à la mémoire d'Hector, sur le bord d'un faux Simoïs, et l'accent florentin de Dante fait oublier au gibelin Farinata les tortures de l'enfer.

Autrefois, dans les troupes suisses au service de la France, il était interdit aux musiciens, sous des peines sévères, de jouer leurs airs nationaux, et surtout le *Ranz des vaches*, qui faisait déserter les soldats ou les frappait de nostalgie. — L'odorat et le goût n'éveillent pas moins vivement le souvenir, même après de longues années.

On a cherché vainement quel était, dans le cerveau, le siége de la mémoire. Gall et plusieurs autres physiologistes l'ont placé dans les lobes antérieurs, et l'école phrénologique assigne des circonscriptions distinctes à la mémoire des mots, des lieux des personnes, des nombres, etc. L'observation ne justifie pas cette localisation, qui n'est pas plus motivée pour la mémoire que pour les autres facultés. C'est même une de celles qui ont fait objecter à la doctrine de Gall l'impossibilité d'attribuer au cerveau les saillies qui tiennent uniquement aux dimensions des sinus frontaux. Il est à remarquer aussi que, contrairement à l'opinion des phrénologistes, les yeux plus ou moins saillants, c'est-à-dire les orbites plus ou moins profondes, ne sont point en rapport avec le développement de la mémoire. C'est avec plus de raison que l'on a signalé dans la mémoire une aptitude particulière à retenir les mots, les faits, les nombres, etc. On devrait même aller plus loin, si l'on prenait pour base de cette distinction l'observation pathologique; car on voit se perdre, dans certains cas, la mémoire des substantifs, des verbes ou d'un autre ordre de mots, exclusivement à tout autre. On pourrait donc supposer que certaines parties du cerveau sont isolément affectées à chaque détail de la mémoire comme à chaque faculté, comme à la sensation de chaque filet ner-

veux transmettant l'impression tactile d'un des points du corps. Cette division presque infinitésimale du cerveau ne saurait étonner, en présence des faits analogues que l'observation directe nous présente ou que la raison nous impose, sans qu'une démonstration matérielle puisse en être donnée. Mais on peut admetre aussi que le cerveau fonctionne dans son ensemble comme organe d'appréciation, et que, s'il existe un appareil distinct pour la mémoire, son action est à la fois une et multiple, chacune de ses parties recevant avec une aptitude égale l'empreinte des idées qui s'y classent. N'est-ce pas ainsi que les particules innombrables de la mosaïque rétinienne perçoivent toutes les nuances de la lumière, et n'est-il pas rationnel de penser qu'il en est de même de la région du cerveau, où se rendent les filets nerveux partis de chacune des divisions de la rétine ?

Très-faible dans les premiers jours de la vie, la mémoire se développe en même temps que les circonvolutions cérébrales et la substance grise ou corticale. Elle a déjà perdu de sa facilité quand l'âge mûr succède à la jeunesse, et elle garde plus difficilement les faits qu'on lui confie à mesure que les années s'accumulent. Chez les vieillards, elle conserve surtout les notions acquises dans la première moitié de la vie, mais certaines organisations privilégiées la voient s'enrichir encore. Ainsi Caton apprit le grec dans sa vieillesse, et de Humboldt, à plus de quatre-vingts ans, résumait dans le *Cosmos* l'ensemble des sciences et les découvertes les plus récentes.

CHAPITRE XI

Sens de la vue. — Organe de la vision. — Globe de l'œil; sclérotique, cornée, choroïde, cercle ciliaire, corps ciliaire; procès ciliaires, iris, pupille, uvée, pigment, rétine, corps vitré, membrane hyaloïde, cristallin, chambres antérieure et postérieure, humeur aqueuse. — Muscles de l'œil. — Conjonctive. — Paupières; sourcils. — Appareil lacrymal, — Vision: fonctions de la rétine, images renversées; fonctions de l'iris; centre optique, angle visuel, impressions visuelles isolées ou mixtes, adaptation de l'œil aux distances, myopie, presbytie; achromatisme; vue simple et double avec les deux yeux, stéréoscope; alternance dans l'action des yeux; persistance des impressions de la rétine; images accidentelles; irradiations; auréoles accidentelles; daltonisme; mouvement apparent des objets. — Nerf optique. — Mouvement de l'œil. — Portée de la vue.

Organe de la vision. L'appareil de la vision se compose du globe de l'œil et de ses annexes, qui sont : les paupières et le sourcil, les muscles moteurs de l'œil et l'appareil lacrymal.

Globe de l'œil. On décrit généralement le globe de l'œil comme un sphéroïde auquel s'applique, en avant, un segment d'une sphère plus petite, et cette définition est sensiblement exacte, si elle ne l'est pas mathématiquement. Les parois du globe de l'œil sont formées principalement de deux membranes fibreuses: l'une blanche et opaque, la *sclérotique* (*scléros*, dur), qui enveloppe les deux tiers postérieurs du globe; l'autre transparente, et ressemblant à une lame de corne, ce qui l'a fait appeler *cornée*. La sclérotique, une des membranes fi-

breuses les plus fortes de l'économie, est blanche à sa face externe et d'un roux brunâtre à sa face interne; son épaisseur est plus grande à la partie postérieure de l'œil, où elle laisse pénétrer le nerf optique, qu'en avant, où elle se termine par une échancrure circulaire, dans

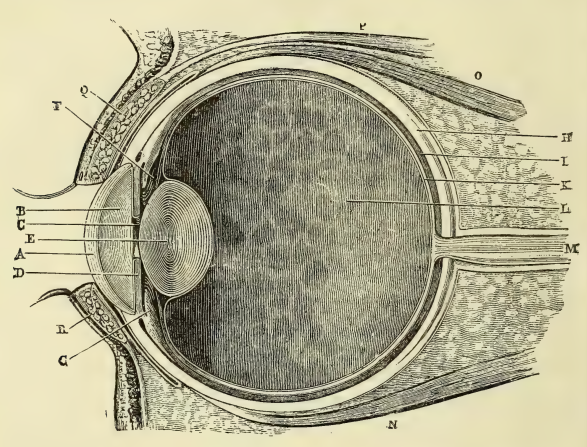


Fig. 55. — Coupe de l'œil sur la ligne médiane dans le plan vertical.

A Cornée.
B Chambre antérieure.
C Pupille.
D Iris.
E Cristallin.
F Zone de Zinn formant la paroi antérieure du canal de Petit.
G Cercle et procès ciliaires.
H Sclérotique.
I Choroïde.
K Rétine.
L Corps vitré.
M Nerf optique.
N Muscle droit inférieur.
O Muscle droit supérieur.
P Muscle releveur de la paupière.
Q Glandules lacrymales.
R Conduit lacrymal.

le bord de laquelle la cornée s'enchâsse comme un verre de montre. Les deux membranes s'uni[illegible] une adhérence intime et si forte qu'elles sem[illegible]ent n'en faire qu'une. Plus épaisse que la sclérotique, la cornée

se compose de lamelles superposées et parfaitement translucides ; elle est convexe en avant, concave en arrière, et paraît circulaire, quoique son diamètre transversal soit un peu plus large que les autres.

Choroïde. Sur la face interne de la sclérotique s'étend la choroïde, membrane vasculaire, qui la double exactement depuis le fond de l'œil jusqu'à la circonférence de la cornée, et lui est unie par un tissu cellulaire, très-fin. La choroïde est composée de deux lames, dont l'externe répond à la sclérotique, et l'interne, ou *membrane de Ruysch*, à la rétine. Ces deux lames, adossées par une de leurs faces, sont revêtues sur l'autre d'une couche de pigment, plus épaisse du côté de la rétine que du côté de la sclérotique. La choroïde est percée en arrière d'une ouverture qui donne passage au nerf optique ; en avant et vers la circonférence de la cornée, elle se dédouble pour former le cercle ciliaire et les procès ciliaires. Le *cercle*, *anneau* ou *muscle* ciliaire, est une bandelette vasculaire comme la choroïde ; elle adhère légèrement, par sa face externe, à la sclérotique, et s'unit, par sa petite circonférence, à la cornée, dans le point où celle-ci se continue avec la sclérotique. En arrière du cercle ciliaire, on remarque une série de rayons membraneux, accolés et formant une couronne : ce sont les *procès ciliaires* (de *processus*, prolongement, rayon), dont l'ensemble constitue le *corps* ou *disque ciliaire*. Ces rayons, qui se continuent avec la choroïde, comme le cercle ciliaire, sont de deux ordres : les uns enchâssent le cristallin et donnent attache à sa capsule ; on les a nommés procès ciliaires du corps vitré ; les autres se prolongent jusqu'à l'iris, derrière lequel ils

forment une sorte de rideau annulaire, en se repliant sur eux-mêmes, et viennent adhérer à la grande circonférence de cette membrane. Ainsi fixé par un de ses bords, le disque ciliaire flotte, par l'autre, comme une frange derrière l'iris, obéissant à la moindre impulsion qui lui est communiquée. Les procès ciliaires sont revêtus d'une couche épaisse de pigment.

Iris. Dans l'espace compris entre le cercle et les procès ciliaires se fixe la grande circonférence de l'*iris*, membrane de nature musculeuse suivant les uns, vasculeuse suivant d'autres, qui forme, en arrière de la cornée, une cloison verticale. L'iris est percé dans son milieu d'une ouverture circulaire, la *pupille*, et représente exactement ce qu'on nomme un diaphragme dans les instruments d'optique. Sa face antérieure est colorée de nuances différentes, suivant les individus, toujours remarquables par leur délicatesse ou leur vigueur, et dont le chatoiement a fait donner à cette membrane le nom de l'arc-en-ciel ; sa face postérieure est revêtue d'une couche de pigment qu'on nomme l'*uvée*.

On sait que la pupille se dilate dans l'obscurité et qu'elle se rétrécit, au contraire, sous l'influence d'une lumière vive, ne laissant entrer dans l'œil que la quantité de rayons lumineux nécessaires à la vision. Certaines substances agissent également sur l'iris. Ainsi l'opium et la fève de Calabar déterminent le rétrécissement de la pupille ; la belladone, au contraire, la dilate. Ces changements dans le diamètre de l'ouverture pupillaire peuvent résulter aussi de certaines affections de l'œil ou du cerveau. Les physiologistes considèrent la contraction et la dilatation de la pupille comme se

rapprochant des mouvements musculaires ; en effet, le miscroscope démontre l'existence dans l'iris de fibres musculaires, et cette membrane se contracte sous l'influence de l'électricité.

Nous avons dit que l'iris, à sa face postérieure, les procès ciliaires et la choroïde étaient revêtus d'une couche de *pigment*. On nomme ainsi une substance d'un brun foncé, paraissant noire en masse, qui colore certains points de la peau chez le blanc, et tout le tégument chez le nègre ; le pigment joue dans l'œil le même rôle que le noir de fumée dans l'intérieur de certains instruments d'optique, comme le télescope et la chambre noire ; il absorbe les rayons lumineux après leur action sur la rétine, et empêche qu'ils ne soient réfléchis, ce qui troublerait la vision.

Rétine. La face interne de la choroïde, ou plutôt la couche de pigment qui la recouvre, est tapissée par la *rétine*, membrane nerveuse, sur laquelle viennent se peindre les objets que nous voyons. Elle paraît constituée par l'épanouissement du nerf optique, qui pénètre dans l'œil à sa partie postérieure, et vient former au fond du globe un renflement nommé *papille du nerf optique*. La rétine se développe, à partir de la papille, autour de laquelle elle fait un pli, et revêt la cavité du globe oculaire jusqu'à la circonférence des procès ciliaires du corps vitré, où elle se termine nettement, suivant Cruveilhier. Elle est d'un blanc opalin, demi-transparente et facile à déchirer. Son centre, qui répond à l'axe antéro-postérieur de l'œil, est situé au côté externe de la papille du nerf optique ; il présente une tache jaune, *macula flava*, *limbus luteus*, et une dépres-

sion, *fovea* ou *foramen centrale*, fosse ou trou central. La tache jaune paraît être le point de l'œil où la vision est le plus distincte.

Les micrographes décrivent la rétine comme formée de cinq ou même de huit couches, dont l'externe est vasculaire et en rapport avec la choroïde; l'interne,

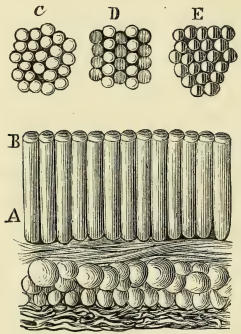


Fig. 36. — Bâtonnets de Jacob vus au microscope.

A Bâtonnets de Jacob.
B Leur extrémité formant la surface de la rétine.
C Mosaïque rétinienne formée par les bâtonnets.
D Particules de la mosaïque rétinienne recevant des rayons lumineux différents.
E Particules recevant chacune deux rayons différents.

fort importante au point de vue physiologique, est la *membrane de Jacob*. Elle se compose de petits corps cylindriques, accolés entre eux comme les pieux d'une palissade, perpendiculaires au plan de la membrane, et que l'on distingue en *bâtonnets* et en *cônes*. Ces derniers sont répartis dans la membrane à distances à peu près égales, sauf aux abords de la macula où ils sont plus rapprochés, suivant les observations récentes de M. Galezowski; ils comprennent dans leurs intervalles des

bâtonnets. Les uns et les autres ont leur extrémité libre terminée par un petit noyau, et la juxtaposition des bâtonnets et des cônes place ces noyaux au même niveau, à la surface de la rétine, où ils forment comme une mosaïque dont chaque division microscopique est d'environ $0^{mm},006$ à $0^{mm},008$ de diamètre, suivant M. Robin; de $0^{mm},0018$, suivant M. Helmholtz. Nous verrons quel rôle jouent dans la vision ces particules terminales de la rétine.

Corps vitré. Le cavité du globe oculaire est occupée dans ses trois quarts postérieurs par une substance complétement translucide, l'*humeur vitrée*, contenue, suivant la plupart des anatomistes, dans une enveloppe qu'on a nommée la *membrane hyaloïde*. L'ensemble de l'humeur vitrée et de l'hyaloïde constitue le *corps vitré*, qui s'applique exactement à toute l'étendue de la rétine et se moule en avant sur la face postérieure du cristallin. Pour les anatomistes qui admettent l'existence de la membrane hyaloïde, elle se replie sur une ligne correspondant à peu près au bord du cristallin, et se continue avec la *zone ciliaire* de Zinn, ou *procès ciliaires du corps vitré*; cette zone vient embrasser le bord du cristallin, autour duquel est formé le *canal godronné* ou *canal de Petit*, et adhère intimement à sa capsule.

Cristallin. On nomme ainsi une lentille biconvexe, à courbure postérieure plus forte que l'antérieure, translucide, placée verticalement dans l'axe de l'œil, de sorte que l'axe de la lentille correspond au centre de la pupille. Le cristallin est formé de lamelles superposées et d'une consistance moins grande à la surface que vers le centre; il est contenu dans une *capsule* qui se

moule sur la lentille sans y adhérer. La convexité plus ou moins prononcée des faces du cristallin modifie la puissance de l'œil, en déterminant la vue myope ou presbyte ; son opacité ou celle de sa capsule constituent la maladie nommée cataracte. Nous avons vu plus haut qu'il est enchâssé par son bord dans la zone de Zinn, à laquelle adhère sa capsule.

Chambre antérieure et postérieure de l'œil. On admettait autrefois l'existence d'un certain espace entre le cristallin et l'iris : c'est ce qu'on appelait la chambre postérieure de l'œil. On sait aujourd'hui que la face postérieure de l'iris est en contact immédiat avec la face antérieure du cristaillin, et la chambre postérieure n'est qu'un espace fictif. L'intervalle qui sépare l'iris de la cornée est la chambre antérieure, que remplit un liquide, l'*humeur aqueuse*, translucide comme l'humeur vitrée, mais moins dense et sécrétée par les procès ciliaires.

Muscles de l'œil ; conjonctive. Le globe de l'œil est situé dans la portion antérieure de l'orbite, qu'il déborde, et son axe, le même que celui de la cavité orbitaire, se dirige en dedans vers le centre de la base du crâne. L'œil est fixé dans l'orbite par une capsule aponévrotique, par le nerf optique et par six muscles, qui le meuvent en tous sens. Une membrane muqueuse, la *conjonctive*, ainsi nommée parce qu'elle unit l'œil aux paupières, s'étend sur la partie antérieure du globe oculaire, qu'elle recouvre, comme le prouve l'injection de ses vaisseaux dans certaines ophthalmies, puis se replie sur elle-même et vient tapisser la face interne des paupières. Suivant quelques anatomistes, ce n'est

pas la conjonctive, mais seulement une expansion de son épithélium, qui recouvre la cornée.

Paupières. Au-devant de l'orbite s'étend un muscle elliptique, à faisceaux concentriques, et qui présente une fente transversale fermée pendant la contraction, ouverte en amande pendant le relâchement des fibres, c'est l'*orbiculaire des paupières*. La conjonctive revêt sa face oculaire, la peau sa face externe ; son ouverture est circonscrite par le bord des paupières, auquel les *cartilages tarses* donnent de la solidité. La paupière supérieure, plus large que l'inférieure, est relevée par un muscle spécial dont la contraction alterne avec celle de l'orbiculaire, son antagoniste. On appelle *angles de l'œil* les points correspondant à ceux où les bords des paupières s'unissent par leurs commissures. A l'angle interne, ou *grand angle* de l'œil, on voit un repli formé par la conjonctive, nommé *membrane clignotante*, et qui représente, en effet, à l'état rudimentaire, cette troisième paupière de certains animaux. En dedans de ce repli est la *caroncule lacrymale*, petit corps glanduleux, de couleur rose et que recouvre la conjonctive. Le bord des paupières est garni d'une ligne de cils qui protégent l'œil et ajoutent singulièrement à sa beauté. Le plus ou moins de longueur de l'ouverture des paupières fait paraître les yeux plus grands ou plus petits, la conformation des muscles palpébraux et des cartilages tarses donne à l'œil la forme allongée et langoureuse comme dans l'Orient, ou ronde et hardie comme chez les Occidentaux, mais les dimensions du globe oculaire et sa forme sont les mêmes dans tous les pays et chez tous les individus.

La paupière supérieure, qui s'attache à l'arcade orbitaire, est surmontée du *sourcil*, destiné à protéger l'œil comme une visière, et dont les mouvements jouent un rôle important dans l'expression de la physionomie.

Appareil lacrymal. Il se compose : 1° de la *glande lacrymale*, logée dans une fossette de la voûte orbitaire et de glandules du même genre, qui forment une couche granuleuse dans l'épaisseur de la paupière supérieure ; 2° des *canaux* lacrymaux, par où les larmes sont versées à la surface de la conjonctive, un peu au-dessus du bord de la paupière supérieure ; 3° des *conduits lacrymaux*, destinés à recevoir les larmes après qu'elles ont baigné l'œil, et dont on voit les deux orifices ou *points lacrymaux* près de la commissure interne des paupières ; 4° du *sac lacrymal*, où aboutissent les conduits lacrymaux et qui déverse les larmes dans le *canal nasal*.

Les larmes en coulant à la surface de la conjonctive entretiennent sa souplesse et facilitent les mouvements du globe oculaire et des paupières, dont elles adoucissent les frottements ; elles sont donc pour l'œil ce que la synovie est pour les articulations. Lorsque, sous l'influence de causes morales ou physiques, leur sécrétion est augmentée, les conduits lacrymaux ne suffisent plus à en débarrasser l'œil et elles coulent en dehors des paupières.

Vision. Parmi les phénomènes dont l'ensemble constitue la vision, les uns, du domaine de la physique, sont soumis au calcul, plusieurs même peuvent être contrôlés par l'expérience ; d'autres, au contraire, constatés par l'observation, mais peu connus dans leurs

causes et leur mécanisme, attendent du progrès des sciences une explication que la physiologie n'a pas encore donnée. Même pour ceux de ces phénomènes qui semblent, au premier abord, purement physiques, il ne faut pas oublier que les milieux réfringents de l'œil sont organisés et ne doivent être assimilés que par approximation aux corps inorganiques, sur la forme et la densité desquels les physiciens basent leurs calculs. De là résultent nécessairement des divergences dans les théories émises sur la vision ; car, si l'œil peut, à quelques égards, être considéré comme un instrument d'optique, on ne saurait arriver à des déductions rigoureuses en comparant des organes analogues ou même semblables dans leur construction, mais différents dans leur nature intime.

Les physiciens réclament, comme se rattachant à leurs études, les phénomènes de la vision qui se produisent de la cornée à la rétine; tout ce qui se passe au delà de cette membrane appartient à la physiologie.

C'est par la rétine que l'œil est sensible à la lumière, on peut donc considérer cette membrane comme la partie essentielle de l'organe de la vision. Les autres parties ont pour fonction de conduire les rayons lumineux à sa surface et dans les conditions nécessaires à l'impression nerveuse, que toutes concourent à assurer mais qui s'accomplit dans la rétine seule. Des causes autres que le choc des ondes lumineuses peuvent exciter la rétine; ainsi, la pression d'un doigt sur l'œil, la commotion résultant d'une chute ou d'un coup sur la tête, l'action de l'électricité et certaines affections de l'œil ou du cerveau y font naître, en l'absence de la lumière naturelle ou artificielle, des images lumineuses

variables pour la forme et l'intensité. On nomme *lumière propre* de la rétine la lueur qui se produit dans ces conditions.

Comme le nerf optique et les autres nerfs particuliers aux organes des sens, la rétine a un mode de sensibilité spécial ; elle perçoit l'impression de la lumière et la transmet au cerveau, mais elle n'est pas douée de la sensibilité tactile. Aucune irritation mécanique n'y détermine la douleur. Dans l'état normal, l'action d'une lumière trop vive et, dans certaines affections de l'œil ou du cerveau, le moindre rayon lumineux peuvent causer une sensation douloureuse, mais cette douleur doit être rapportée soit à l'encéphale, soit aux nerfs du cercle ciliaire ou de l'iris indépendants de la rétine et du nerf optique.

Punctum cæcum. Mariotte a reconnu, le premier, que toutes les parties de la rétine n'étaient pas également sensibles ; un espace limité de cette membrane, correspondant à la papille du nerf optique, est tout à fait insensible à la lumière, suivant la plupart des auteurs. Longet y admet une sensibilité très-obtuse. Ce point, qu'on nomme le *punctum cæcum* (point aveugle), est le seul de la surface interne de l'œil qui soit dépourvu de pigment.

Tracez deux figures, suivant une ligne horizontale, sur une feuille de papier placée verticalement, puis fermant l'œil droit, fixez l'œil gauche sur la figure de droite, à certaines distances, les deux figures se voient plus ou moins distinctement ; mais en éloignant ou rapprochant le papier, il arrive un moment où la figure sur laquelle l'œil est fixé se voit seule, l'autre dispa-

raissant complétement, pour reparaître si on déplace le papier ou si l'œil cesse de regarder fixement. Plus les deux figures sont distantes entre elles, plus elles doivent être éloignées de l'œil pour qu'il cesse de voir l'une des deux. Celle qui disparaît ainsi projette alors son image sur le point aveugle; elle reparaît quand, par le déplacement du papier, l'angle que ces rayons font avec ceux de l'autre figure devient plus ou moins ouvert.

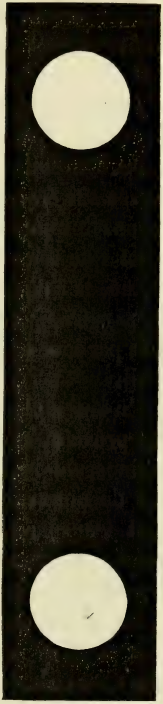


Fig. 37.

Entoptique. L'œil peut voir non-seulement les objets extérieurs, mais certains détails de son organisation intérieure. On nomme *entoptique* ou vue intérieure cette partie des phénomènes visuels. Le froissement de la cornée à travers les paupières, un corps ou une cicatrice siégeant à sa surface, les rameaux vasculaires de la rétine et d'autres causes de ce genre, font quelquefois apparaître sur la rétine des images de formes différentes; ce sont des stries, des taches, des globules, des cercles lumineux ou sombres, qui semblent se mouvoir dans l'œil. On a donné à certaines de ces images le nom de mouches volantes, parce qu'elles traversent le champ de la vision dans un sens ou dans l'au-

tre. Leur apparition n'a rien que de normal, et l'on ne peut les confondre, les fonctions visuelles ne présentant d'ailleurs aucun trouble, avec les signes analogues qui accompagnent et dénotent quelques maladies de l'œil ou du cerveau. Un mouvement latéral de l'œil suffit pour les déplacer ou les faire disparaître.

Images renversées. L'œil peut se comparer à l'instrument d'optique connu sous le nom de *chambre noire.* On sait que l'image des objets se présente renversée sur l'écran de la chambre noire; de même les rayons lumineux, qui partent de tous les points d'un objet que nous regardons, traversant, pour arriver à la rétine, la cornée, l'humeur aqueuse, le cristallin et le corps vitré, sont réfractés dans ce trajet, et l'image formée par leur ensemble se peint renversée sur le fond de l'œil.

En observant un œil de bœuf, dont la sclérotique a été préalablement amincie, ou les yeux des animaux albinos, du lapin blanc par exemple, qui sont dépourvus de pigment et dont la sclérotique et la choroïde sont transparentes, on peut, comme l'a fait voir Magendie, reconnaître que la flamme d'une bougie se peint renversée sur la rétine.

Comment donc pouvons-nous voir les objets dans leur position réelle? Buffon et d'autres auteurs ont dit que nous redressions par le raisonnement l'image peinte sur la rétine, que le toucher nous apprenait à rectifier ainsi la sensation visuelle. Mais Cheselden, ayant par une opération rendu la vue à un aveugle-né, n'a pas remarqué que ce jeune homme vît tout d'abord les objets autrement que dans leur position réelle, et les observa-

tions nombreuses que fit sur son opéré l'habile chirurgien ne permettent pas de supposer qu'une circonstance aussi importante lui ait échappé.

Suivant M. Lamé, nous jugeons que les objets sont droits, quoique nous les voyions renversés, par la conscience des mouvements que nous imprimons aux axes optiques de nos yeux pour regarder successivement les différents points des objets, du sommet à la partie inférieure.

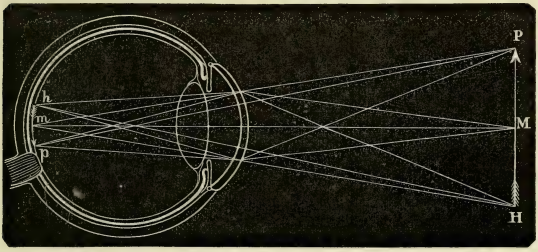


Fig. 38. — Marche des rayons lumineux dans l'œil.
H M P Rayons lumineux partant d'un objet.
h m p Rayons lumineux réfractés et peignant sur la rétine l'image renversée.

Müller dit que nous voyons les objets renversés, mais que tout se présentant à nous dans les mêmes conditions de position relative, rien ne peut nous paraître renversé, puisque nous voyons tout dans ce sens et que les idées de position droite ou renversée n'existent que par opposition.

Longet explique la vision droite en admettant que tout point lumineux extérieur est senti dans l'œil suivant la direction qu'il occupe par rapport à nous. Il faut, dit l'éminent physiologiste, considérer la surface

sphérique concave de la rétine comme formée par une mosaïque, dans laquelle chaque particule élémentaire est une sorte d'œil affecté à la perception des diverses impressions lumineuses dans une direction déterminée. Tout pinceau de lumière émané d'un point radieux et formant un cône, dont le sommet et l'axe normal correspondent à l'une de ces particules, sera senti dans la direction de la ligne joignant le centre de la surface sphérique au point regardé. Si l'on raisonne ainsi pour chacun des points qui constituent l'ensemble d'un objet visible, la perception de chacune des parties se faisant dans la direction réelle, celle de l'ensemble se trouvera dans les mêmes conditions par rapport à l'observateur. L'image formée sur la rétine n'est donc pas vue comme un ensemble tout fait, chacun des points lumineux coucourant à sa formation impressionne isolément le cerveau, chacun est senti suivant la direction primitive du rayon de lumière, et l'ensemble est vu dans sa position réelle.

Fonctions de l'iris. Pour que la vision soit nette, il faut que les rayons lumineux pénètrent dans l'œil suivant la direction de ce qu'on nomme l'axe visuel, et les mouvements variés de l'organe tendent sans cesse à l'orienter, de manière à ce que cette condition soit remplie ; il faut aussi que l'intensité de la lumière ne soit ni trop grande ni trop petite et que les rayons ne traversent que la partie centrale et non les bords du cristallin. Pour obtenir un résultat analogue dans quelques-uns de leurs instruments, les opticiens les divisent au moyen d'une cloison percée d'un trou central, c'est ce qu'on nomme un diaphragme. Nous trou-

vons dans l'œil un appareil de ce genre, un diaphragme intelligent ; pour ainsi dire, suivant l'expression de Longet, c'est l'iris, qui dilate ou resserre sa pupille de manière à mesurer la quantité de lumière nécessaire à la vision, et ne laisse passer que les rayons dirigés vers les parties centrales de la lentille cristalline. Dans l'obscurité, ou si l'œil regarde un objet peu éclairé, la pupille se dilate pour admettre la plus grande quantité possible des rayons réfractés par la cornée ; il en est de même quand on regarde un objet éloigné et dont, par conséquent, les rayons sont moins divergents ; si l'objet devient plus lumineux ou s'il se rapproche, la pupille se resserre proportionnellement.

Centre optique ; angle visuel; appréciation de la grandeur des objets. Les rayons partis de deux points d'un objet PH (fig. 39) convergent vers le *centre optique* O, placé dans l'œil un peu en arrière du cristallin, et font

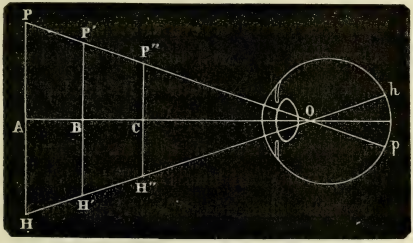


Fig. 39.

ainsi un angle POH, que l'on nomme l'*angle visuel*. Du centre optique à la rétine ces rayons divergent en faisant un angle *pOh* égal au premier, et dont la base,

correspondant à la rétine, mesure la grandeur de l'image qu'ils y tracent. L'angle visuel nous donne donc une idée de la grandeur des objets et nous permet de les comparer ; mais pour que cette idée soit exacte, il faut qu'elle soit confirmée par la notion de la distance. En effet, plusieurs objets de grandeur inégale, PH, P'H', PH'', peuvent être placés à des distances telles, A, B, C, qu'ils sous-tendent le même angle visuel ; nous devons donc apprécier leur distance relative pour juger de leur grandeur. Nous pouvons arriver encore à connaître leur grandeur si nous savons quelle est celle d'une partie quelconque de l'objet que nous voyons, ou d'un autre objet placé à distance égale. Ainsi, lorsque nous regardons une barque en mer, nous pouvons juger de ses dimensions si nous voyons les hommes qui la montent ; la hauteur apparente d'une balustrade permet aussi de calculer approximativemunt celle du bâtiment dont elle fait partie.

Quand les termes de comparaison nous manquent, il est fort difficile d'éviter l'erreur dont souvent les causes même nous échappent. Ainsi le soleil et la lune, quand ils sont près de l'horizon, nous semblent présenter un diamètre plus grand que lorsqu'ils sont plus élevés dans le ciel. L'atmosphère, suivant qu'elle est pure ou chargée de brume, nous fait aussi paraître les objets plus rapprochés ou plus éloignés. C'est dans les montagnes surtout que ces illusions sont fréquentes et que le voyageur inexpérimenté doit peu compter sur l'exactitude de ses appréciations.

Bravais a signalé une erreur commune à tous ceux qui dessinent une côte très-accidentée, comme relief, ou un horizon de montagnes. En vérifiant mathémati-

quement le tracé qu'on obtient alors, on reconnaît que les distances horizontales des différents points du paysage sont d'une exactitude suffisante, tandis que la hauteur des sommets ou des accidents de terrain est exprimée dans une proportion double. Ajoutons que le dessin rectifié d'après les données mathématiques paraît inexact en sens inverse et ne rend pas à l'œil la sensation du relief naturel.

Quand le soleil à l'horizon forme sur une cascade un arc-en-ciel dont le cercle est presque complet, on croit voir non pas un cercle, mais une ellipse dont le grand axe est vertical ; la même illusion se produit lorsqu'on observe un halo.

Impressions visuelles séparées ou mixtes. Lorsqu'on regarde une estampe placée à une certaine distance, le travail du graveur disparaît dans les détails, le pointillé ou les hachures se confondent avec les espaces blancs qui les séparent, et l'œil ne perçoit qu'une teinte grise plus ou moins foncée ; de même si l'on mêle une poudre rouge et une poudre bleue, le mélange nous donne la sensation d'une couleur violette, bien que chaque grain des deux poudres ait conservé sa couleur propre. Voici comment on explique cette fusion des couleurs dans l'œil. Nous avons dit que la rétine présentait à sa face interne une mosaïque de divisions terminales fort petites, dont chacune agit isolément et transmet au cerveau une seule impression à la fois. Si l'image d'un trait de burin ou d'un grain de poudre couvre une de ces divisions, l'impression est unique (voy. fig. 36, page 204) ; mais si deux traits, l'un blanc et l'autre noir, ou deux grains, l'un rouge et l'autre bleu, sont assez petits et

assez rapprochés l'un de l'autre pour que leurs images viennent se juxtaposer sur la même division rétinienne, l'impression est mixte et le cerveau perçoit la sensation du gris ou du violet. En d'autres termes, pour que deux objets lumineux et de petites dimensions soient vus distinctement, il faut que l'angle sous-tendu sur la rétine par leurs images ne soit pas plus grand que le diamètre d'une des divisions rétiniennes. La distance des deux objets à l'œil étant déterminée, la mesure de l'angle sous-tendu a permis d'apprécier la grandeur de ces divisions.

Accommodation de l'œil aux distances. Lorsqu'on se sert d'une chambre noire, il faut, pour que l'image soit nette, que l'écran soit placé au foyer de l'instrument, c'est-à-dire, au point où viennent converger les rayons réfractés par l'objectif. Si les objets s'éloignent ou s'approchent, l'écran doit s'éloigner ou se rapprocher proportionnellement de l'objectif, en sorte que la surface corresponde au sommet des cônes lumineux réfractés. Cependant, nous voyons avec une netteté égale les images d'objets placés à des distances très-différentes, sans que la forme de l'œil et les conditions relatives de ses milieux paraissent varier, ou du moins sans que nous en ayons conscience autrement que par un effort à peine sensible. Cette faculté de l'œil est depuis longtemps un sujet d'études, et la question n'est point encore résolue. L'explication la plus généralement admise est que, pour voir les objets à des distances différentes et surtout dans un éloignement peu considérable, l'œil se modifie dans sa forme ou dans ses milieux et s'adapte à la distance, de telle sorte que la rétine se trouve tou-

jours au foyer. Suivant quelques auteurs, la longueur de l'axe oculaire varie, la rétine se rapprochant ou s'éloignant du cristallin. D'autres pensent que c'est le cristallin qui se déplace ou que les courbures des milieux réfringents de l'œil peuvent se modifier de manière à faire toujours coïncider le sommet des cônes lumineux avec la rétine immobile. Cette théorie de l'*adaptation* ou de l'*accommodation* est rejetée par des savants éminents dont quelques-uns s'en rapprochent néanmoins en attribuant ce phénomène à la contraction et à la dilatation de la pupille; tandis que d'autres ont cherché à démontrer que la distance des objets à l'œil peut varier, dans les limites étendues, sans que l'image subisse des modifications appréciables.

M. Helmholtz admet que la surface antérieure du cristallin augmente de convexité dans la vision de près, et s'aplatit quand le regard se porte au loin; la pupille contribuerait aussi à l'accommodation en se resserrant, pour la vision d'objets rapprochés, et s'élargissant pour voir à une grande distance. On ne sait rien de positif sur la manière dont se produit le changement de forme du cristallin ; M. Helmholtz incline à penser que la lentille oculaire augmente ou diminue de diamètre et, par conséquent, s'aplatit ou devient plus convexe, suivant que la zone de Zinn, qui s'insère à la capsule cristalline, est tendue ou relâchée par l'action du muscle ciliaire.

Quelques expériences, faciles à faire, prouvent que l'œil ne peut voir nettement, sans un effort d'adaptation, deux objets placés à distance inégale, et que l'image, perçue nettement par la rétine placée au foyer, ne l'est plus quand la distance focale est changée.

1° Si l'on vise d'un seul œil les extrémités alignées

de deux épingles noires, plantées à distances différentes dans une règle horizontale, on aperçoit nettement l'une et vaguement l'autre ; veut-on voir la plus rapprochée, on la distingue très-bien, tandis que la plus éloignée paraît enveloppée de brouillard ; veut-on voir clairement cette dernière, on y parvient facilement sans changer de position, mais en même temps que son image se précise, celle de l'autre épingle devient confuse.

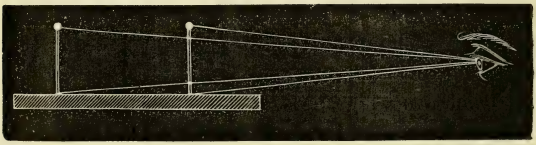


Fig. 40. — Accommodation de l'œil aux distances.

2° En visant une épingle à travers un petit trou percé dans une carte, on peut voir nettement l'épingle ou le bord du trou, mais quand l'une des images vous apparaît nette, l'autre est confuse.

3° On perce dans une carte deux trous d'épingles séparés par une distance moindre que le diamètre de la pupille, c'est-à-dire à 2 millimètres au plus l'un de l'autre ; puis on regarde par ces deux ouvertures un petit objet placé sur un fond clair, par exemple un point noir sur une feuille de papier. A une certaine distance, ce point apparaît unique, mais si l'on recule ou si l'on avance la tête, le point vous paraît double.

Dans les deux premiers cas, l'œil est obligé de s'adapter à la distance pour voir distinctement et successivement deux objets inégalement éloignés, et dont

l'image ne peut être nette sur la rétine que quand le sommet des cônes formés par les rayons lumineux réfractés correspond exactement à cette membrane, c'est-à-dire quand la rétine est au foyer. En outre, la vue distincte d'un objet à travers une carte percée, c'est-à-dire à travers une pupille artificielle immobile, semble prouver que les mouvements de la pupille ne sont pas nécessaires à l'accommodation.

La troisième expérience montre aussi que pour voir une image unique, il faut que la rétine se trouve au foyer. Dans ce cas, en effet, les rayons partis de l'objet extérieur convergent et se rencontrent sur les mêmes divisions de la mosaïque rétinienne, d'où la sensation unique; si l'œil se rapproche ou s'éloigne, les rayons arrivent à la rétine, soit avant leur convergence effectuée, soit lorsque, après avoir convergé, ils se croisent et divergent au delà du foyer, de manière à rencontrer dans l'un ou l'autre cas des divisions rétiniennes différentes, d'où la sensation double.

L'accommodation de l'œil semble donc incontestable, malgré le désaccord des savants sur son mécanisme. Un peu d'attention suffit pour reconnaître l'effort qui l'accompagne et qui devient plus difficile et plus lent dans son résultat, quand l'adaptation s'est prolongée sans variation pour une distance minime, comme lorsqu'on a longtemps observé au microscope. Alors, en effet, l'œil perd quelquefois pour plusieurs heures la faculté de s'adapter à une grande distance, il devient myope pour un certain temps. Les personnes qui se servent très-fréquemment d'un de leurs yeux pour un travail à la loupe, comme les horlogers ou les graveurs, sont ordinairement myopes de cet œil, et cette influence

de l'accommodation de l'œil à de faibles distances est très-marquée chez les enfants qui prennent l'habitude de regarder les objets de près. Aussi la myopie est-elle plus fréquente chez les habitants des villes que chez ceux des campagnes. Les marins, les montagnards, les populations des déserts ont généralement une vue très-longue, et l'habitude de regarder à de grandes distances ne peut que développer chez eux cette faculté.

Myopie, *presbytie*. La portée de la vue chez l'homme qui écrit ou qui lit est, à l'état normal, d'environ $0^m,30$ à $0^m,35$; le myope est obligé, pour distinguer les caractères, de tenir ses yeux à une distance moins grande, le presbyte les éloigne davantage; mais pour celui-ci la distance de la vision distincte ne dépasse guère $0^m,70$ à $0^m,80$, c'est-à-dire le double de celle que l'on peut considérer comme normale; chez le myope, au contraire, cette distance peut varier de $0^m,25$ à $0^m,1$. Ces états de la vue résultent l'un et l'autre de modifications, en sens inverse, des milieux de l'œil. Chez le myope, la cornée ou le cristallin sont plus convexes; chez le presbyte, ils le sont moins qu'à l'état normal. Le foyer tend donc à se placer, chez le myope, en avant de la rétine, pour les objets qui, n'étant pas très-près de l'œil, lui envoient des rayons peu divergents; chez le presbyte, au contraire, une réfraction moins forte, en raison de l'aplatissement de la cornée ou du cristallin, tend à placer en arrière de la rétine le foyer, c'est-à-dire le point de convergence des rayons partis d'objets rapprochés. La faculté d'accommodation est assez bornée chez le myope comme chez

le presbyte, elle est nécessairement presque nulle dans la myopie très-intense.

Pour remédier à ces modifications de l'œil, le myope doit faire usage de lunettes à verres biconcaves qui augmentent la divergence des rayons proportionnellement à l'intensité de la réfraction par les milieux de l'œil; le presbyte porte des verres biconvexes qui produisent l'effet opposé.

Il n'est pas très-rare de rencontrer des personnes qui, ne lisant ou n'écrivant que de très-près, distinguent pourtant comme avec la meilleure vue les objets éloignés. Dans ce cas, un seul œil est atteint de myopie, l'autre est normal. L'inégalité des deux yeux, à un faible degré, est d'ailleurs fort commune et souvent inaperçue. De là vient, sans doute, que beaucoup de personnes se servent principalement d'un œil, même dans la vision avec les deux yeux, sans en avoir conscience; en tout cas, l'inégalité d'aptitude, cause ou effet de ce fonctionnement exclusif, ne peut qu'en être augmentée.

La myopie, même peu intense, est une infirmité dont on souffre toute la vie; elle peut s'aggraver par l'usage de lunettes trop fortes et, comme nous l'avons dit, par l'emploi du microscope. La presbytie, au contraire, ne se fait guère sentir avant l'âge de quarante ans et ne se développe que chez les personnes dont la vue est bonne. C'est, comme le mot l'indique, un signe de la marche des années; il ne faut qu'un peu de philosophie pour s'y résigner et pour porter les lunettes de presbyte, inutiles à la jeunesse.

Achromatisme. Dans la vision ordinaire, les objets

nous apparaissent avec leurs couleurs nettement tranchées et non entourés de ces franges irisées qui résultent de la décomposition de la lumière. Il semble donc que l'œil soit *achromatique*. Cependant les expériences d'Arago, de Frauenhofer et d'autres savants ont prouvé qu'il n'est pas doué d'une manière absolue de cette propriété, mais ce n'est qu'en se mettant dans des conditions de vision anormale qu'on peut s'en apercevoir. Si, par exemple, regardant un objet, on adapte l'œil pour un point imaginaire situé plus près ou plus loin, en même temps que l'image devient moins distincte, ses bords nous semblent irisés. Un corps placé près de la cornée, de manière à masquer une partie de la pupille, produit le même effet.

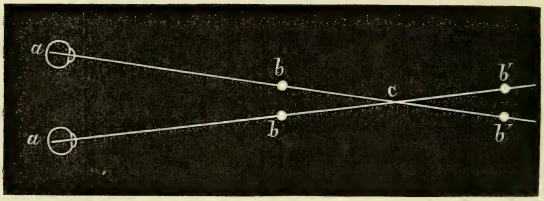


Fig. 41.

a a Globes oculaires.
b b, b' b' Objets placés en deçà ou au delà du point de convergence.
c Point de convergence.

Vue simple ou double avec les deux yeux. Quoiqu'il se produise dans chaque œil séparément une image de l'objet que nous regardons, cet objet nous apparaît simple dans les conditions normales de la vue, c'est-à-dire lorsqu'il est placé au point de convergence des axes optiques; mais si la direction d'un des axes est chan-

gée, si, par exemple, on presse légèrement du bout du doigt l'angle externe de l'un des yeux, l'objet paraît double et les deux images s'écartent d'autant plus que la pression, devenant plus forte, change davantage la direction de l'axe. En revanche deux objets semblables, placés au delà ou en deçà du point de convergence des axes optiques, mais dans leur direction, donnent la sensation d'un objet unique.

On explique la vue simple ou double avec les deux yeux, par la correspondance des divisions terminales de la rétine d'un œil à l'autre. C'est ce qu'on nomme les points identiques. Quand les rayons viennent frapper dans chaque œil les divisions correspondantes, la sensation est simple; quand ils frappent des parties qui ne se correspondent pas, elle est double. La correspondance des parties de la rétine peut être reconnue en pressant légèrement avec les doigts les yeux fermés. Si l'on comprime simultanément l'angle externe ou l'angle interne, la partie supérieure ou la partie inférieure de chaque œil, on détermine la production de deux images lumineuses sur des points directement opposés à ceux qui sont pressés; si l'on comprime l'angle interne d'un œil et l'angle externe de l'autre, ou la partie supérieure d'un côté et la partie inférieure de l'autre côté, une seule image apparaît. On peut en conclure que, dans la première expérience, les points comprimés ne se correspondent pas, puisque de leur pression simultanée résultent deux images distinctes, et qu'ils se correspondent, au contraire, dans la seconde, puisque l'image est unique. Suivant Müller, la rétine étant considérée comme une sphère dont le pôle est le milieu de la membrane ou un point quelconque dans une même

direction et à une même distance du milieu, les points correspondants ou identiques, sur une coupe de cette sphère, occupent le même méridien et le même parallèle.

Ainsi, dans la vision avec les deux yeux, les deux images d'un objet donneraient une sensation unique, quand elles se peignent sur des divisions correspondantes de la rétine, et par conséquent une sensation double quand elles sont placées sur des divisions non identiques.

Stéréoscope. De ce qui précède il semble résulter que, pour donner une sensation unique, les images perçues par les deux yeux doivent être parfaitement semblables. Cependant l'expérience démontre que deux images, différant à quelques égards, peuvent donner au cerveau la sensation d'une image unique. Quand on regarde un solide, comme le piédestal d'une colonne ou un monument, il suffit d'un peu d'attention pour reconnaître que les plans en retraite, correspondants à la droite du spectateur, sont vus plus larges de l'œil droit que de l'œil gauche, et que l'image perçue dans chaque œil diffère de celle qui se peint dans l'œil opposé; l'ensemble de ces deux sensations nous donne celle du relief.

Si, maintenant, on obtient par la photographie, ou si l'on indique, par un simple trait blanc sur un fond noir, la projection de ce piédestal ou de ce monument, dans des conditions identiques à celles où nos deux yeux en recevraient la double impression, les deux images, placées dans la direction des axes optiques, comme le seraient les surfaces qu'elles représentent, nous donneront la sensation du solide en question sous une forme

unique. On doit à M. Wheatstone la démonstration de ce phénomène et l'invention d'un instrument qui en rend la constatation facile, c'est le *stéréoscope*, dont tout le monde connaît l'usage.

Quelque temps après que les yeux se sont appliqués à l'instrument, on voit, à mesure que les axes optiques convergent, les deux images se superposer et, lorsqu'elles n'en font plus qu'une, au lieu d'une surface plane, on a sous les yeux un relief qui, dans certains cas, produit une illusion complète. Mais, comme le fait observer Longet, l'unité de l'image ne prouve pas que la sensation soit unique, et les deux images dissemblables ne font pas naître une sensation simple, elles sont l'origine d'une sensation complexe, bien qu'indéfinissable, celle de la solidité. Comment s'opère la fusion de ces deux impressions différentes, c'est un mystère de notre organisation, mais cette sensation du relief naît évidemment d'un ensemble de conditions différentes de celles qui déterminent la vue simple au moyen des yeux.

Lorsque notre vue embrasse un espace d'une certaine étendue, un paysage, une galerie de tableaux, par exemple, les objets nous apparaissent simples, bien qu'ils soient pour la plupart en dehors de la direction des axes optiques; mais, en y prenant garde, on reconnaît que nous ne fixons jamais les yeux que sur une partie restreinte de l'espace ouvert devant nous; les objets ainsi vus normalement occupent toute notre attention et la détournent des autres images dont le vague ou la duplication passent inaperçus. Pour peu que nous cherchions à nous en assurer, nous voyons apparaître doubles, mais confuses et peu lumineuses, les lignes

terminales des objets ou les bordures des tableaux placés en dehors du point où convergent les axes oculaires.

Alternance dans l'action des yeux. Quand on regarde dans le stéréoscope deux cercles égaux de couleurs dissemblables, ou tracés sur un papier blanc et contenant deux lettres différentes, on distingue alternativement l'une ou l'autre image, et quand on parvient, après un temps plus ou moins long, à les voir se superposer, bientôt l'alternative se reproduit. Les deux yeux ne fonctionnent donc pas simultanément dans les expériences de ce genre, et c'est tantôt l'impression perçue dans l'œil droit, tantôt celle de l'œil gauche qui parvient seule au cerveau. La périodicité est surtout régulière chez les sujets dont les yeux ont la même portée. On remarque, en outre, que l'image perçue nettement se couvre de taches de la couleur de celle qui n'est pas vue.

Ce dernier phénomène paraît tenir à ce que la rétine n'est pas également sensible dans son étendue. Pour la prépondérance alternative de l'un ou de l'autre œil dans la vision, les causes n'en sont pas bien connues. On peut cependant l'attribuer, en partie du moins, à ce que les yeux ne sont pas égaux pour la portée de la vue ou plutôt pour l'habileté à regarder. Presque tous, nous nous servons d'un œil plutôt que de l'autre dans la vision ordinaire et, notamment, quand nous voulons regarder attentivement un objet. Il en est à peu près des yeux comme des mains, à cet égard, et l'un de nos yeux est plus exercé que l'autre ; c'est généralement l'œil droit. Nous avons vu plus haut que la différence

entre les yeux peut aller jusqu'à la myopie de l'un, l'autre étant parfaitement organisé; même à un faible degré, cette différence des deux organes doit entraîner une inégalité dans l'accommodation et un désaccord de fonction qui tend continuellement à cesser, puis à se reproduire.

Quant à l'inégalité de sensibilité dans les différentes parties de la rétine, en dehors du *punctum cæcum*, le déplacement des taches dont nous venons de parler prouve qu'elle n'est pas permanente. On sait d'ailleurs que cette inertie partielle peut être déterminée par l'impression d'une vive lumière et surtout des rayons solaires; c'est une expérience que chacun a faite involontairement, et sur laquelle nous reviendrons plus loin.

Persistance des impressions de la rétine. L'impression causée par les rayons lumineux sur la rétine persiste pendant un certain temps, puis s'efface graduellement; il en résulte que si l'action se reproduit par intervalles plus courts qne la durée de l'impression, le cerveau ne perçoit plus une série de sensations isolées, mais une sensation continue. Ainsi lorsque l'on imprime un mouvement de rotation rapide à un charbon ardent, l'œil voit une circonférence lumineuse; de même quand une roue tourne avec vitesse, les rais semblent se rapprocher et former une surface continue. L'impression des couleurs persiste comme celle de la forme, et si l'on fait tourner rapidement sur son axe un cercle divisé en secteurs de plusieurs couleurs, celles-ci donnent la sensation que produirait leur mélange; par exemple, le rouge et le bleu donnent celle du violet et

un grand nombre de teintes différentes ont pour résultat la sensation du gris. D'après M. Plateau, la durée des impressions de la rétine est, en moyenne, d'environ une demi-seconde.

La persistance des impressions de la rétine a donné lieu à la construction d'appareils ingénieux qui sont à la fois des objets d'amusement et de curieux instruments de physique. Tel est, par exemple, le phénakisticope. C'est également sur ce principe que sont fondées les belles expériences à l'aide desquelles M. Wheatstone a mesuré la durée des éclairs.

Images accidentelles, On peut comparer jusqu'à un certain point l'action de la lumière sur la rétine à la pression exercée sur une surface élastique. Lorsque des rayons d'une couleur quelconque frappent la rétine, elle résiste à l'impulsion de l'onde lumineuse et tend à regagner l'état de repos. Quand l'action de la lumière cesse brusquement, par exemple si l'on ferme les yeux, après un temps très-court qui mesure la durée de l'impression produite, la rétine revient à l'état normal par un mouvement de réaction d'autant plus énergique que l'action a duré plus longtemps. Elle passe ainsi, par une sorte d'oscillation, de l'état où elle était sous l'influence des rayons lumineux, c'est-à-dire de l'état positif d'impression, à l'état négatif; puis entraînée par le mouvement de réaction, elle dépasse ce point de repos et s'en éloigne en sens inverse; ces oscillations continuent ainsi pendant un temps variable en s'affaiblissant. La réaction de la rétine et les phases négatives de l'impression donnent lieu à une sensation nouvelle et indépendante de tout agent extérieur, en

produisant ce qu'on nomme les *images accidentelles* ou *consécutives*.

On sait que deux couleurs sont complémentaires l'une de l'autre lorsque leur mélange produit le blanc. Or les images accidentelles ont cela de particulier qu'elles se présentent sous la couleur *complémentaire* de celle des rayons lumineux qui ont excité la rétine ; ainsi lorsque l'on a regardé pendant un certain temps un mur peint en rouge et bien éclairé, l'image accidentelle est verte ; si le mur est orangé, l'image sera bleue, etc.

Lorsque, dans une galerie mal éclairée, après avoir fixé les yeux pendant une ou deux minutes sur une fenêtre recevant la lumière diffuse, on les ferme brusquement en les couvrant de manière à les mettre dans une obscurité complète, l'image primitive de la fenêtre persiste quelque temps avec ses carreaux éclairés et son châssis obscur ; mais bientôt apparaît l'image consécutive qui vous présente les carreaux obscurs et le châssis lumineux. On peut même faire naître plus promptement cette dernière image en laissant pénétrer un peu de jour à travers les paupières fermées ; mais dans toutes les expériences de ce genre, il faut tenir les globes oculaires dans une immobilité aussi complète que possible sous le voile dont on les couvre, car le moindre changement dans la direction des axes optiques fait disparaître les images, primitives ou accidentelles.

Un fait des plus importants dans cette partie de l'histoire de l'œil, c'est celui-ci, dont on doit l'observation à M. Plateau. La persistance de l'impression de la rétine dans une intensité constante et jusqu'au moment où elle commence à décroître, est d'autant plus courte

qu'elle est plus violente, c'est-à-dire que la lumière qui l'a produite était plus vive et plus blanche ; ainsi l'impression est de moins en moins durable, dans son intensité première, suivant qu'elle est causée par la vue d'un disque bleu, rouge, jaune ou blanc ; au contraire, si l'on mesure l'impression non plus dans sa période d'intensité constante, mais de son maximum à son minimum, elle est d'autant plus longue que la lumière a été plus vive, c'est-à-dire que le disque était blanc, jaune, rouge ou bleu.

Plusieurs physiologistes expliquent la formation des images accidentelles par l'excitation persistante de la rétine, avec diminution d'excitabilité, ils pensent que la lumière propre de la rétine joue un rôle dans ce phénomène.

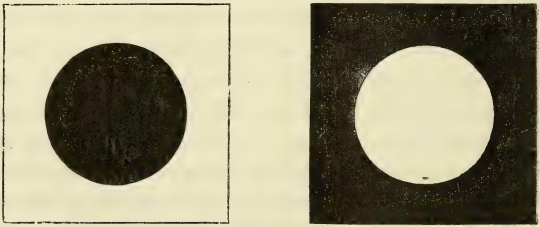


Fig. 42. — Irradiation.

Irradiation ; auréoles accidentelles. Quand une partie de la rétine est excitée par des rayons lumineux, l'ébranlement se propage aux parties voisines, et d'autant plus fortement que la lumière est plus blanche ; il en résulte que, de deux objets d'égale dimension, mais de couleur différente, le plus clair semble plus

grand que le plus foncé. Si l'on trace sur une feuille de papier blanc un cercle noir, et, sur une feuille de papier noir un cercle blanc de même diamètre, les deux disques étant placés à égale distance de l'œil, le blanc paraîtra plus grand que le noir ; de même si l'on colore par moitié un des disques en noir et en blanc, la moitié blanche paraîtra plus grande que l'autre moitié. Dans les deux cas, la partie blanche empiète sur la noire en vertu de l'impression plus vive qu'elle produit sur la rétine, et, plus on prolonge l'expérience, plus la différence du diamètre paraît s'accroître. On a donné à l'ensemble des phénomènes de ce genre le nom d'*irradiation*. C'est à une cause analogue qu'est due l'apparition d'une auréole de couleur complémentaire autour de l'image imprimée sur la rétine par un objet coloré. Placez un petit carré d'étoffe rouge sur un fond blanc, et fixez-y les yeux quelque temps, vous verrez se former autour de l'étoffe rouge une bordure d'un vert pâle ; de même un carré jaune sur un fond blanc fait naître autour de l'image jaune une couronne bleuâtre : c'est ce qu'on nomme les *auréoles accidentelles*.

M. Chevreul a fait connaître des lois remarquables sur le contraste des couleurs et sur l'influence mutuelle que peuvent avoir deux couleurs juxtaposées. Les travaux de l'éminent professeur ne sont pas moins précieux pour les arts que pour la science, car les phénomènes d'irradiation se produisent à chaque instant dans la vision, et les artistes doivent sans cesse en tenir compte en peinture et en architecture.

Est-il besoin de dire que l'effet harmonieux ou discordant produit par l'association des couleurs est, dans

ces deux arts, de première importance, et que si le spectateur s'inquiète, en général, assez peu de la loi du contraste, il est, en revanche, très-sensible aux impressions qui résultent pour lui de son observation ?

Daltonisme. On désigne communément sous ce nom une altération de la vue décrite pour la première fois par un chimiste anglais, Dalton, qui en était atteint. Elle consiste dans une difficulté plus ou moins grande à distinguer les couleurs, dont quelques-unes se confondent entièrement, quoique très-différentes, comme le rose et le gris, le rouge et le vert, etc. Le daltonisme très-prononcé se rencontre rarement ; mais, à un degré plus faible, il est assez commun.

Mouvements apparents des objets. Parmi les illusions d'optique les plus fréquentes, nous citerons encore celles qui consistent dans le mouvement apparent des objets extérieurs.

Quand on se trouve sur un bateau ou dans une voiture en marche, il semble que l'on reste immobile et que le rivage ou les bords de la route soient en mouvement.

Nous n'avons conscience du mouvement des choses extérieures que par opposition à notre immobilité, et, quand l'image d'un objet se meut sur la rétine, tandis que l'œil et notre corps demeurent en repos, l'objet vu nous semble changer de position par rapport à nous. Emportés par un bateau ou par une voiture, sans que notre corps prenne au mouvement une part active, nous jugeons du déplacement relatif instinctivement et, par habitude, nous rapportons aux objets

extérieurs le mouvement que nous ne sentons pas en nous.

Quelquefois il y a déplacement apparent des objets, quoique ceux-ci et les yeux soient immobiles ; mais, dans l'état normal, c'est toujours après un mouvement du corps que ce phénomène se produit. Ainsi, quand on a tourné rapidement sur soi-même et qu'on s'arrête, tout semble tourner en sens inverse autour de vous. Il est probable que l'illusion dépend alors de l'impulsion au mouvement dans un certain sens donnée au cerveau ; en effet, quand on s'arrête après avoir tourné, la sensation du tournoiement persiste encore quelques instants, surtout pour la tête, et si l'on rapporte instinctivement le mouvement aux objets extérieurs, c'est à la fois par suite de la persistance de la sensation précédente et de la notion de l'immobilité actuelle. Nous nous sentons tourner encore, de même qu'après avoir déposé un fardeau, nous le sentons encore peser sur nous.

Gratiolet attribuait le mouvement apparent des objets, dans ces conditions, à des oscillations insensibles, qui déplaceraient, dans des limites très-étroites, les axes oculaires, mais il n'indique pas la cause de ces oscillations.

Nerf optique. Les impressions visuelles sont transmises de la rétine au cerveau par le nerf optique dont cette membrane paraît être l'épanouissement. Les deux nerfs optiques convergent du fond de l'orbite vers le centre de la base du crâne, où ils entre-croisent une partie de leurs fibres, de sorte qu'une portion du nerf droit se rend à la partie gauche du cerveau, et une

portion du nerf gauche à la partie droite : c'est ce qu'on nomme le *chiasma* ou la *commissure* des nerfs optiques. On a déduit de cet entre-croisement des théories physiologiques qui ne sont plus admises, et l'on ne connaît pas encore positivement les relations qui existent entre cette disposition et la fonction visuelle. Les irritations mécaniques paraissent développer des impressions lumineuses dans le nerf optique comme dans la rétine, mais n'y causent aucune douleur.

Mouvements de l'œil. Le globe oculaire est mis en mouvement dans l'orbite par six muscles, groupés deux à deux, qui l'élèvent ou l'abaissent, le dirigent en dedans et en dehors ou le font tourner sur son axe antéro-postérieur. Dans ces mouvements, le centre du globe est immobile et l'œil se meut autour de ses diamètres vertical, transversal, etc. Ces trois ordres de mouvements sont indépendants et peuvent se produire isolément ou se combiner, de manière à diriger la pupille vers tous les points de la circonférence orbitaire. Les muscles droits supérieur, inférieur, interne et externe la portent en haut, en bas, en dedans ou en dehors, et leur action successive lui imprime un mouvement de circumduction; les deux muscles obliques font tourner l'œil sur son axe antéro-postérieur, de manière à maintenir l'horizontalité de son diamètre transverse quand la tête ou le corps se penchent à droite ou à gauche. Tous ces muscles prennent une part directe ou indirecte à chaque mouvement de l'organe; car si, dans l'élévation ou l'abaissement, par exemple, le muscle droit supérieur ou le droit inférieur agit seul, les autres muscles assurent le mouvement et

ne le permettent qu'autour de l'axe transversal. Telle est la précision de ce mécanisme, que la cornée s'abaisse et s'élève sans la moindre déviation latérale, comme l'objectif d'une lunette méridienne, et que l'œil peut reconnaître, par cette succession de mouvements, si l'image d'une ligne sur la rétine s'écarte de la verticale de 0,0008 de millimètre.

Les paupières suivent le globe de l'œil quand il s'abaisse ou s'élève, obéissant à l'action des muscles dont elles reçoivent des prolongements aponévrotiques.

Les mouvements des deux yeux sont toujours symétriques et du même ordre ; tous deux, en même temps, s'élèvent ou s'abaissent, se dirigent à droite ou à gauche, en tournant autour d'un axe de même nom ; mais ils peuvent être dirigés simultanément en dedans, pour voir un objet rapproché, ou un peu en dehors lorsque, d'un objet très-voisin, ils passent à un point éloigné. Même lorsque l'un des yeux est fermé, le globe oculaire se dirige du même côté que celui de l'œil ouvert. Cet ensemble et cette variété de mouvements contribuent à faire des yeux l'élément le plus important de la physionomie.

Portée et délicatesse de la vue. Sous le rapport de la distance à laquelle il peut voir les objets, l'homme est moins bien partagé que beaucoup d'animaux dont la vue est plus perçante ; mais, pour tout le reste des fonctions visuelles, son œil est au moins égal à celui des êtres inférieurs. Nous ne savons que peu de chose sur la sensation des couleurs chez les animaux ; il paraît probable qu'ils en ont, jusqu'à un certain point, la perception relative ; ainsi, la vue du rouge irrite le

taureau, et l'on peut admettre que l'oiseau de proie, du haut des airs, distingue, aussi bien que la forme de l'alouette et de la caille rasées dans le guéret, la couleur de leur plumage, si voisine, pourtant, de la couleur du sol. Mais quand on les supposerait doués, à cet égard, de facultés sensitives inutiles dans les limites de leur instinct, pourrait-on rien trouver chez les animaux de plus parfait que l'organe auquel l'homme doit les prodiges de la peinture? Sans doute, il faut distinguer ici ce qui tient à l'appareil visuel et ce qui procède de l'intelligence. L'œil perçoit les teintes que lui offre la nature, dans leur délicatesse et leur variété presque illimitée, l'intelligence les compare et reconnaît les couleurs élémentaires dont elles se composent; l'œil reflète tour à tour le modèle, la palette et le tableau, l'intelligence saisit les rapports des teintes, et les combine de telle sorte que leur mélange ou leur rapprochement donne un résultat conforme à l'impression première; mais, pour que l'artiste juge si le rouge ou le bleu domine dans une teinte violette, pour qu'il apprécie la nuance, il faut que la rétine la transmette au cerveau dans toute sa pureté.

En visitant les Gobelins on voit rangées par ordre de nuances, les laines qui servent à la fabrication des tapisseries. Le nombre des teintes dépasse vingt-huit mille, et pourtant, lorsqu'on en compare deux qui se suivent, on les distingue facilement, et l'on sent l'intervalle qui les sépare.

Les habitants des campagnes, les marins et surtout les peuples qui vivent à l'état sauvage, ont généralement la vue plus perçante que les hommes des villes. L'habitude de chercher à distinguer de loin les

objets donne-t-elle aux yeux une puissance qu'ils n'acquièrent pas en fonctionnant toujours dans un horizon restreint? Sans assimiler exactement les effets de l'exercice sur l'œil à ceux qu'il produit sur les muscles, on peut penser qu'une accommodation presque incessante à de grandes distances influe sur l'œil en ce sens, et si, comme cela paraît très-probable, l'accommodation a lieu par la contraction de fibres musculaires, on s'expliquera facilement la portée de l'œil augmentée par l'exercice; mais les données manquent pour vérifier et mesurer cette augmentation chez les individus. Ce qui n'est pas douteux, c'est que les hommes pour qui l'horizon est habituellement éloigné voient ou plutôt distinguent certains objets à une distance où, pour d'autres personnes, ces objets sont confus, quoique la portée de l'œil s'étende jusqu'à eux.

Un navire paraît à l'horizon : l'homme étranger à la mer distingue à peine des voiles dans ce nuage blanc qui sort des eaux; le matelot vous dira si c'est un brick ou un trois-mâts, un navire de guerre ou de commerce, souvent même il indiquera son tonnage, sa nationalité, sa provenance, son nom. L'Arabe et l'Européen, au milieu des sables du Sahara, voient à l'horizon un objet qui, pour l'Européen, n'est qu'un point noir sans forme appréciable; l'Arabe y voit distinctement un chameau, et déclare qu'il est à telle distance, sans se tromper jamais.

Le voyageur sans expérience des montagnes aperçoit devant lui un chaos de pentes et de parois abruptes, de saillies et d'anfractuosités, au milieu desquelles son œil ne peut distinguer ni route, ni passage praticable. Le montagnard, à la vue de cette barrière, in-

franchissable en apparence, y reconnaît de suite les points accessibles et les sinuosités qu'il doit parcourir pour atteindre le sommet. Cela prouve, non pas que le marin, l'Arabe ou le montagnard ont la vue plus perçante que l'homme étranger à leur pays, mais qu'ils ont appris à connaître la signification de tel détail de la forme, de telle particularité de couleur, etc., qui sont pour eux des points de repère et semblent tracer devant leurs yeux la description qu'ils font à leur compagnon de voyage de ces objets confus ou imperceptibles pour lui. C'est donc à des notions acquises et à leur habileté à regarder, plutôt qu'à la portée de leur vue, qu'ils doivent cette faculté de distinguer les objets à de grandes distances.

On rencontre, au reste, dans tous les pays et sous tous les climats, des hommes dont la vue est d'une portée extraordinaire. Wrangel, dans son Voyage à la mer Glaciale, parle d'un Yakoute qui lui racontait avoir vu une grande étoile en avaler de plus petites et les vomir ensuite. Cet homme, dit Wrangel, avait vu, à l'œil nu, les éclipses des satellites de Jupiter. De Humboldt cite, dans le *Cosmos*, un tailleur de Breslau, nommé Schœn, qui voyait aussi les satellites de Jupiter à l'œil nu. On ne connaît pas d'exemples d'une plus grande portée de la vue.

CHAPITRE XII

Sens de l'ouïe. — Organe de l'audition. — Oreille externe ; pavillon de l'oreille, conduit auditif — Oreille moyenne ; tympan, caisse du tympan, fenêtre ovale, fenêtre ronde, trompe d'Eustache, osselets de l'ouïe, muscles et mouvements des osselets. — Oreille interne ; labyrinthe, vestibule, canaux demi-circulaires, limaçon, labyrinthe membraneux. — Nerf auditif. — Bruits et sons ; durée, hauteur, intensité, timbre du son ; marche du son dans l'air, dans l'eau, dans les corps solides ; gravité, acuïté du son. — Mécanisme de l'audition ; fonctions des diverses parties de l'oreille ; marche des sons dans l'oreille ; propagation des sons jusqu'à l'appareil auditif par les vibrations des os du crâne. — Opinions des physiologistes sur les fonctions des diverses parties du labyrinthe ; théorie de M. Helmholtz. — Finesse et délicatesse de l'ouïe. — Justesse de l'oreille. — Appréciation de l'intensité, de la distance et de la direction des sons ; ventriloquie. — Durée des impressions auditives. — Sensations d'origine intérieure. — Parallèle de l'oreille et de l'œil.

Oreille. L'organe de l'ouïe n'est pas placé à la face, comme ceux de la vue, de l'odorat et du goût, mais dans l'épaisseur de la base du crâne. Toutefois, on peut dire qu'il se rattache à la face, comme élément de la physionomie, par son appareil extérieur qui contribue à l'expression de la tête. L'oreille se divise anatomiquement en trois régions : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne.

Oreille externe. C'est la partie la moins compliquée

de l'organe ; elle se compose du pavillon de l'oreille et du conduit auditif.

Le *pavillon de l'oreille*, que son nom assimile à la partie évasée des instruments à vent ou d'un porte-voix, est un cornet acoustique qui recueille les ondes sonores et les conduit dans les profondeurs de l'appareil auditif. Il consiste en une lame cartilagineuse, élastique, enveloppée d'une peau délicate et capricieusement modelée. Son bord, arrondi à la partie supérieure et replié sur lui-même, forme l'*ourlet* ou l'*hélix*, et se termine en bas par le *lobule*. Au centre se trouve la *conque*, limitée en arrière par l'*anthélix* et qui vient aboutir au conduit auditif. Les saillies du *tragus* et de l'*antitragus*, séparées par une échancrure elliptique, protégent l'orifice de ce conduit, et un duvet, qu'on pourrait appeler les cils de l'oreille, tamise l'air qui pénètre dans l'organe.

Le pavillon de l'oreille, dirigé en avant, se détache de la tête et ses lignes se raccordent élégamment à l'ovale du visage.

De Blainville a comparé les courbes et la surface du pavillon de l'oreille à celles de la tête. Suivant ce naturaliste, la partie supérieure du pavillon correspond dans sa courbe à celle du crâne et le bord libre de l'ourlet décrit une courbe parallèle à celle qui cerne la fosse temporale ; quand la tête est peu saillante dans sa région moyenne et la fosse temporale peu marquée, l'ourlet n'existe pas, il est au contraire large et prononcé quand la voûte du crâne surplombe la fosse temporale. La conque de l'oreille correspond à la mâchoire supérieure, elle lui est proportionnelle et le relief de l'origine de l'hélix traduit le relief de l'arcade zygoma-

tique ; enfin le lobule présenterait le profil de la mâchoire supérieure. Il est à remarquer que le lobule de l'oreille n'existe que chez l'homme, et l'homme seul aussi a un menton saillant et anguleux.

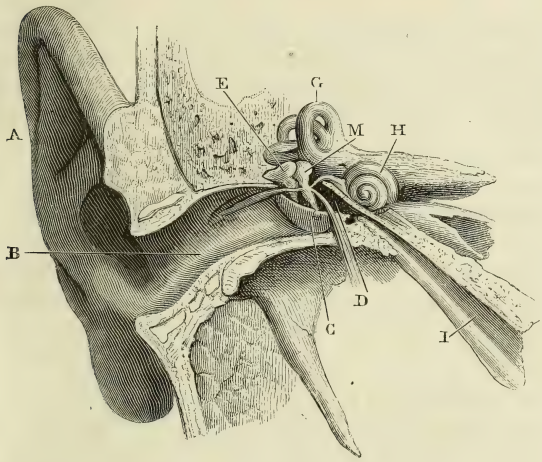


Fig. 43. — Coupe montrant les différentes parties de l'oreille.

A Pavillon.
B Conduit auditif externe.
C Membrane du tympan.
D Caisse du tympan.
E L'enclume.
M Le marteau.
G Canaux demi-circulaires.
H Limaçon.
I Trompe d'Eustache.

Le *conduit auditif*, qui représente le tube du cornet acoustique formé par l'oreille externe, est cartilagineux dans sa portion voisine de la conque, et creusé pour le reste dans cette partie de l'os temporal qu'on nomme le *rocher*. Tout est disposé dans ce canal, long d'environ 3 centimètres, pour que les corps étrangers en suspension dans l'air ne puissent pénétrer avec lui jusqu'à

la membrane du tympan ; près de la conque, le conduit auditif est coudé, en sorte que l'air, en transmettant le son à l'oreille moyenne, ne pénètre pas en ligne droite, et la sensibilité de la membrane est ainsi ménagée.

Oreille moyenne. Le *tympan*, dont le nom indique la fonction, est une cloison membraneuse tendue obliquement au fond du conduit auditif, qu'il sépare de l'oreille moyenne ou caisse du tympan. Cette membrane demi-transparente et très-mince, quoique formée de trois feuillets, vibre sous l'impression des ondes sonores et transmet le mouvement vibratoire aux osselets de l'oreille. Entre le tympan et l'oreille interne est située la *caisse du tympan*, cavité creusée, comme toutes celles de l'oreille moyenne et interne, dans l'épaisseur du rocher. Parmi les détails de forme et d'organisation qu'elle présente, on remarque la *fenêtre ovale* qui la fait communiquer avec le vestibule, et la *fenêtre ronde* qui conduit dans le limaçon. La caisse du tympan communique également avec les *cellules mastoïdiennes*, sinus très-nombreux, occupant l'intérieur de l'apophyse mastoïde du temporal, contenant de l'air et destinés à multiplier les surfaces de vibration ; enfin elle se continue par une sorte d'entonnoir avec la trompe d'Eustache, canal d'environ 6 centimètres de long, qui s'ouvre à la partie supérieure du pharynx et conduit l'air dans l'oreille moyenne.

Osselets de l'ouïe. Ils sont au nombre de quatre, s'articulent ensemble et forment une chaîne osseuse qui va du tympan à la fenêtre ovale suivant une ligne brisée. On les nomme le *marteau*, l'*enclume*, l'*os len-*

ticulaire et l'*étrier*, à cause de leur forme ou de leurs fonctions. Des muscles spéciaux agissent sur le marteau et l'étrier qui sont placés aux deux extrémités de la chaîne ; l'enclume et l'os lenticulaire servent d'intermédiaires pour la propagation des vibrations. Le mouvement imprimé à l'une des extrémités se communique à l'autre par une sorte de bascule des osselets, dont le mécanisme représente assez bien celui d'une sonnette. De plus, l'une des extrémités du marteau, le *manche*, est enchâssée dans la membrane du tympan, et lorsque le muscle du marteau se contracte, il en résulte une tension de la membrane, phénomène dont nous aurons lieu de parler plus loin. Quant au muscle de l'étrier, il fait pénétrer la plaque de cet osselet dans la fenêtre ovale, et, suivant Longet, il l'empêche de s'écarter en sens inverse sous l'influence du muscle du marteau dont il est l'antagoniste.

Oreille interne ou *labyrinthe*. L'oreille interne est la partie de l'organe auditif qui perçoit l'impression du son et la transmet directement au cerveau. Elle est creusée dans le rocher et divisée naturellement en trois compartiments distincts, qu'on nomme le vestibule, les canaux demi-circulaires et le limaçon. L'ensemble de ces divisions est un des appareils les plus complexes et les plus délicats du corps humain.

Le labyrinthe est composé d'une cavité osseuse renfermant, dans une partie de son étendue, une autre cavité membraneuse ; de là la distinction que font les anatomistes des labyrinthes osseux et membraneux. Nous parlerons d'abord du premier.

Le *vestibule*, cavité ovoïde placée au centre de l'oreille

interne, entre les canaux demi-circulaires et le limaçon, communique avec la caisse du tympan par la fenêtre ovale que bouche la base de l'étrier. Il présente les cinq orifices des canaux demi-circulaires, celui de la rampe vestibulaire du limaçon, celui de l'aqueduc du vestibule, etc. Ce dernier est l'ouverture d'un canal vasculaire qui traverse la paroi du rocher.

Canaux demi-circulaires. On nomme ainsi trois tubes courbés en arc de cercles, dont un est horizontal et placé entre les deux autres qui sont verticaux. Ils sont renflés en ampoule à l'une de leurs extrémités et communiquent avec le vestibule par cinq orifices, dont un pour deux d'entre eux.

Le *limaçon*. Sa ressemblance avec la coquille du mollusque de ce nom a fait désigner ainsi une cavité conoïde, séparée des canaux demi-circulaires par le vestibule, avec lequel un orifice la fait communiquer, et s'abouchant à la fenêtre ronde. La cavité du limaçon forme une spirale qui décrit environ deux tours et demi autour de son axe ou *columelle*, et qu'une cloison, *lame spirale*, divise transversalement en deux rampes dans toute sa longueur. On nomme *rampe vestibulaire* celle qui s'ouvre dans le vestibule, et *rampe tympanique* celle qui vient s'aboucher à la fenêtre ronde, par laquelle, sans la membrane qui la ferme, elle communiquerait avec la caisse du tympan.

La lame spirale se divise dans sa longueur en une partie osseuse, correspondant par son bord interne à la columelle, et une partie membraneuse unissant la précédente à la paroi externe du limaçon; cette paroi

est formée par la *lame des contours*. L'intérieur du limaçon est tapissé d'une membrane fibro-muqueuse qui paraît faire suite au périoste des deux autres cavités labyrinthiques; quant à la partie membraneuse de la lame spirale, elle peut être considérée comme un prolongement du labyrinthe membraneux. Enfin, on nomme *aqueduc du limaçon* un canal vasculaire, analogue à celui du vestibule, et qui communique de même avec la cavité du crâne. La base du limaçon repose sur le fond du conduit auditif interne par où le nerf acoustique pénètre dans l'organe de l'ouïe.

Labyrinthe membraneux. Les parois osseuses du vestibule et des canaux demi-circulaires renferment et protégent un appareil de même forme, membraneux et séparé d'elles par un intervalle que remplit une humeur limpide, désignée sous les noms d'*humeur de Cotugno* ou de *périlymphe*. Le labyrinthe membraneux est donc inférieur en proportions au labyrinthe osseux, il est moindre environ de moitié. Ses cavités contiennent un liquide analogue à l'humeur de Cotugno et que de Blainville a comparé à l'humeur vitrée de l'œil; elles renferment aussi des tubes et des sacs membraneux, demi-transparents, dont l'aspect a beaucoup d'analogie avec celui de la rétine. Le vestibule membraneux se compose de deux parties distinctes : le *saccule* et l'*utricule*, dans l'intérieur desquels existe une poussière calcaire qui semble représenter, chez l'homme et chez les mammifères, les pierres auditives ou *otolithes* des poissons.

Nerf auditif. Remarquable par la mollesse de sa contexture, le nerf auditif ou acoustique, spécial à l'organe

de l'ouïe, pénètre dans l'oreille par le conduit auditif interne et se divise en deux branches, dont l'une distribue ses rameaux au vestibule et aux extrémités ampullaires des canaux demi-circulaires, tandis que l'autre est destinée au limaçon. Celle-ci, que l'on nomme branche limacienne, se divise en ramuscules d'une ténuité extrême qui tapissent la surface de la columelle et s'étalent régulièrement sur la lame spirale, en diminuant de longueur de la base au sommet du limaçon; de sorte que, si l'on supposait la lame spirale redressée et formant un plan triangulaire, ces filets représenteraient les cordes d'une harpe, les plus longs à la base du triangle et les plus courts au sommet. On les nomme *fibres de Corti*, du nom de l'anatomiste qui les a décrits le premier. Le microscope a permis d'en compter plus de trois mille, et nous verrons plus loin quel rôle on leur attribue dans l'audition.

Mais avant d'aborder la question physiologique, il faut nous rappeler sommairement quelques-uns des phénomènes dont l'oreille nous révèle l'existence.

Bruits et sons. Les physiciens divisent les sons en deux classes : le *son musical* et le *bruit;* l'un et l'autre ont la même origine, la vibration d'un corps transmise à l'air. La durée trop courte du bruit et ses vibrations non isochrones ne permettent pas que sa valeur musicale puisse être appréciée, c'est ce qui le distingue du son. Ainsi, l'explosion des gaz ou de la poudre, un coup de fouet, une branche qui se casse font du bruit et ne donnent pas un son musical. La limite du son et du bruit est d'ailleurs insensible et varie suivant les individus. Un bruit, de même qu'un

son, est grave ou aigu, faible ou intense. La différence de durée de la sensation ne permet pas de comparer le bruit au son, mais l'oreille saisit les rapports entre deux bruits aussi bien qu'entre deux sons musicaux.

On nomme son musical celui dont la hauteur peut être appréciée d'une manière absolue et relativement à d'autres sons graves ou aigus ; en d'autres termes, celui dont le nombre de vibrations suit une loi constante et peut être évalué.

Quelle que soit, d'ailleurs, à l'oreille la différence d'un bruit ou d'un son musical, l'un n'est qu'une variété ou qu'un degré de l'autre, et tous deux, procédant, comme nous l'avons vu, d'une même origine, peuvent être étudiés sous la dénomination générique de *son*.

Le son a quatre propriétés fondamentales : la durée, la hauteur, l'intensité et le timbre. Les trois premières se définissent par les mots qui servent à les exprimer; quant au timbre, c'est cette résonnance particulière à chaque instrument, à chaque voix, qui fait que nous distinguons sans peine les sons d'un violon, d'une clarinette ou d'une flûte, et que nous reconnaissons les personnes en les entendant parler ou chanter.

Un son *dure* autant de temps que vibre le corps dont il émane, il est d'autant plus *élevé*, plus *aigu*, qu'il compte plus de vibrations, et son *intensité* se mesure par l'amplitude des vibrations qui le déterminent, amplitude proportionnelle à la force agissant sur le corps sonore.

Le *timbre* des sons a longtemps été pour les physiciens et les physiologistes une énigme insoluble. J. Müller avait entrevu son origine en l'attribuant soit à l'isochro-

nisme d'ondes sonores animées d'une vitesse diverse ; soit à des ondes de longueur différente produisant une onde composée, de forme particulière ; soit, enfin, à une vibration longitudinale s'accomplissant dans le corps sonore en même temps que la vibration transversale. Longet dit, avec plus de précision, que le timbre de la voix humaine et celui des instruments à vent résultent de la coexistence de plusieurs ondes sonores d'intensité et de tons différents qui modifient la forme générale de l'onde principale. Enfin, les expériences de M. Helmholtz ont démontré que le timbre d'un son dépend du nombre des sons harmoniques, qui se produisent en même temps que le son fondamental, et de leur intensité relative.

Lorsqu'on frappe une corde de piano donnant l'*ut*, par exemple, on entend résonner cette note ; mais avec un peu d'attention, l'oreille distingue d'autres notes qui résonnent simultanément et moins fortement ; elles sont le résultat de vibrations partielles qui se produisent dans la longueur de la corde, suivant certaines lois que nous ne pouvons exposer ici. L'*ut* donné par le choc imprimé à la corde est le *son fondamental*, les autres notes, qui se superposent à celles-là, sont les *harmoniques*. De leur fusion avec le son fondamental résulte pour l'oreille un son complexe, qu'elle décompose instinctivement en sons simples, mais qui ne détermine dans le cerveau qu'une sensation unique, celle d'un *ut* ayant un timbre particulier. Que le son fondamental soit émis par un autre instrument ou par la voix humaine, les mêmes phénomènes se produiront et le timbre se caractérisera de même à notre oreille. Le timbre est donc le caractère différentiel des corps

sonores, c'est en quelque sorte la forme des sons.

Le son marche plus rapidement dans l'air chaud que dans l'air froid ; sa vitesse dans l'atmosphère est de $340^{m},90$ par seconde à 16 degrés, ou $331^{m},12$ à 0°, d'après les expériences faites par les membres du Bureau des longitudes, en 1822, et de $333^{m},11$ à 0°, d'après celles de Bravais et Martins, en 1844. Cette vitesse n'est pas modifiée par les variations de la pression atmosphérique ; elle est égale dans les directions horizontale, verticale ou oblique. Le vent l'augmente ou la diminue, suivant qu'il souffle dans la direction du son ou en sens contraire ; mais il ne la change pas s'il souffle perpendiculairement à cette direction. Le son, ne pouvant se produire dans le vide, est d'autant moins intense que l'air est plus raréfié ; il est moins fort, par exemple, sur les hautes montagnes que dans les couches inférieures de l'atmosphère ; toutefois, le profond silence qui règne par instants dans ces régions élevées permet d'entendre des sons, même très-faibles, à de grandes distances. C'est ce que nous avons pu constater avec M. Martins, en 1844. Près de Saint-Chéron (Seine-et-Oise), à une altitude d'environ 140 mètres, un diapason, monté sur une caisse de résonnance, s'entendait, pendant le jour, à 250 mètres, tandis qu'au grand plateau du mont Blanc, à 4,000 mètres d'altitude, le son du même instrument se transmettait jusqu'à 337 mètres. Sur la cime du mont Blanc, nous distinguions les voix de nos guides causant à 400 mètres de nous, et ils nous entendaient aussi parler.

De Humboldt a observé que le son est plus intense et se propage plus loin la nuit que le jour, malgré les

bruits et le vent, qui, dans les pays tropicaux, augmentent après le coucher du soleil. Cet affaiblissement du son pendant le jour est attribué par l'illustre observateur à l'échauffement inégal des couches de l'atmosphère, sous l'influence du soleil et du rayonnement du sol.

Le son marche beaucoup plus vite dans l'eau et dans les corps solides que dans l'air. Colladon et Sturm ont trouvé que sa vitesse était de 1,435 mètres par seconde dans l'eau du lac de Genève, à 8° ; elle est, d'après les expériences de Biot, de 3,250 mètres, en moyenne, dans des tuyaux en fonte. C'est environ cinq fois plus de vitesse dans l'eau, et neuf fois plus dans la fonte que dans l'air.

De Humboldt rapporte que les détonations volcaniques ont été quelquefois transmises par le sol à des distances de 810 et de 1,200 kilomètres.

On admet que le son le plus grave qui puisse être perçu par l'oreille est de 32 vibrations par seconde (16 vibrations suivant Savart), et le plus aigu, suivant Despretz, de 73,700 vibrations. Un son de 60,000 vibrations, dit M. Martins, est déjà très-faible, difficile à entendre et d'une telle acuïté, qu'il cause à l'oreille une impression douloureuse. Les sons que l'oreille perçoit et apprécie facilement varient entre 100 et 20,000 vibrations. L'*ut* le plus grave d'un piano de six octaves et demie, en compte 128, le plus aigu est de 8,192.

Mécanisme de l'audition. Les ondes sonores pénètrent dans le conduit auditif directement ou après avoir rencontré le pavillon de l'oreille, dont elles suivent les anfractuosités. De plus, le pavillon vibre lui-même au choc

des sons, et les vibrations se transmettent de proche en proche à tout l'organe. Savart, qui a démontré ce dernier phénomène par des expériences, fait observer que le modelé très-accidenté du pavillon a pour effet de présenter toujours sous un angle convenable une partie de sa surface aux ondes sonores, quelle que soit leur direction, en effet, elles agissent avec d'autant plus de force sur ses parois, qu'elles les frappent dans un sens plus rapproché de la perpendiculaire.

Si l'on enduit l'intérieur du pavillon de l'oreille droite, par exemple, d'une pâte qui efface les anfractuosités et les transforme en une surface plane, on entend moins bien de ce côté que de l'autre un son produit à égale distance des deux oreilles. Il est à présumer aussi que le pavillon, qui renforce également tous les sons, ne vibre à l'unisson d'aucun d'eux et doit aux irrégularités de sa surface de n'avoir pas de son qui lui soit propre. Enfin, la forme du pavillon et son inclinaison par rapport à la tête, différentes suivant les individus, paraissent avoir une certaine influence sur la finesse de l'ouïe.

Outre les vibrations qui y pénètrent directement et celles qui lui viennent du pavillon, le conduit auditif reçoit celles des os du crâne et les transmet au tympan. Ces dernières et celles du pavillon y parviennent même plus vite que les premières, car le son marche plus rapidement dans les liquides et dans les solides que dans l'atmosphère. Le tympan reçoit donc des vibrations de deux ordres; mais, en passant à cette membrane, celles de l'air se transforment en vibrations d'un corps solide, d'où l'on peut conclure, avec Savart et Müller, que la fonction du tympan est de servir d'intermédiaire entre

l'air et les osselets, en transformant, comme on vient de le voir, les vibrations aériennes.

Les sons renforcés par l'oreille externe et concentrés sur le tympan, puis transmis par cette membrane aux osselets, se renforcent encore dans ce trajet en venant se concentrer plus étroitement sur la plaque de l'étrier.

Nous avons vu que la contraction du muscle du marteau détermine une tension du tympan. Cette membrane passe ainsi de l'état de repos à un degré de tension variable et sur les effets de laquelle les physiologistes ne sont pas d'accord. Suivant Bichat, la membrane serait d'autant plus tendue que les sons seraient plus faibles, et que l'organe aurait besoin d'une action plus grande pour les percevoir. D'après Müller et Savart, la tension protége l'organe de l'ouïe contre les sons trop forts, en diminuant la faculté conductrice du tympan; suivant Longet, le muscle du marteau n'a pour fonctions que d'obvier aux variations de tension et surtout d'empêcher le relâchement complet de la membrane; en un mot, c'est la clef du tympan.

Les ondes sonores parcourent, avons-nous dit, la chaîne des osselets et sont transmises par elles au liquide du labyrinthe, changeant ainsi de milieu sans perdre de leur intensité. Si les osselets, au lieu de s'articuler suivant une ligne brisée, formaient une ligne droite et une tige rigide, la distance entre le tympan et la fenêtre ovale étant susceptible de varier, il en résulterait, dans certains cas, une pression trop forte contre la membrane tympanique, d'une part, et la fenêtre ovale, de l'autre; tandis que l'élasticité de la chaîne et de ses articulations ne permet rien de semblable. Le tympan ne peut exercer qu'une pression limitée sur la fenêtre ovale

et, quand il s'en écarte le plus, l'étrier est retenu par son muscle au-devant de cette ouverture. Telle est, sur ce point, la théorie de Savart, adoptée et développée par Longet.

La caisse du tympan contient de l'air dans lequel se propagent les vibrations de la membrane tympanique, et qui les transmet, par la membrane de la fenêtre ronde, à l'humeur du labyrinthe. Ces vibrations, en devenant aériennes, perdent de leur intensité, ce qui les a fait considérer comme pouvant différer dans leur timbre des vibrations de solides transmises par les osselets.

Quoi qu'il en soit, le principal rôle de l'air dans la caisse du tympan n'est pas de transmettre les vibrations de cette membrane, mais de faire équilibre à la pression que l'atmosphère exerce sur sa face externe, et de la rendre ainsi complétement indépendante entre deux pressions égales. La trompe d'Eustache remplit ce but en conduisant l'air dans l'oreille moyenne. L'obstruction temporaire de ce conduit amène des bourdonnements et cause une surdité momentanée, qui devient plus forte par l'oblitération de la trompe. Ce canal sert aussi à débarrasser la caisse du tympan des mucosités et des autres liquides qui peuvent y être sécrétés.

Les ondes sonores pénètrent dans le vestibule par la fenêtre ovale; cette ouverture, fermée par la plaque de l'étrier, reçoit les vibrations de la chaîne des osselets. La membrane de la fenêtre ronde transmet à la rampe tympanique du limaçon les vibrations aériennes de la caisse du tympan, et cette membrane est, comme l'a dit Scarpa, un tympan secondaire.

Parvenues au labyrinthe, les vibrations se propagent dans l'humeur qui le baigne et arrivent au labyrinthe

membraneux et à la rampe vestibulaire du limaçon, où elles rencontrent enfin les ramifications extrêmes du nerf auditif.

Outre les ondes sonores de nature aérienne, l'oreille perçoit, comme nous l'avons dit, celles qui se propagent jusqu'à l'organe de l'ouïe par l'ébranlement des os du crâne. Ainsi, lorsqu'on tient entre les dents ou lorsqu'on applique aux parois du crâne une tige sonore, le son est perçu par l'appareil auditif. C'est par cette voie que, malgré la perte du tympan et des osselets, quelques personnes peuvent encore entendre des sons d'origine extérieure. Toutefois, il faut pour cela que les ouvertures du labyrinthe dans la caisse du tympan, c'est-à-dire, la fenêtre ovale et la fenêtre ronde, n'aient pas perdu les membranes qui les ferment, et que le liquide du labyrinthe continue à baigner ses cavités. On conçoit d'ailleurs que l'audition, dans ce cas, est très-bornée, puisqu'elle n'a lieu que par le contact des corps sonores avec les os de la tête.

Les fonctions des trois divisions du labyrinthe ont été diversement appréciées par les physiologistes. Suivant Dugès, le vestibule recueille le son, en mesure l'intensité, et fait, par conséquent, juger de la distance. On a considéré les canaux demi-circulaires, soit comme donnant la notion de la direction des ondes sonores et de la position des corps d'où elles partent, soit comme de simples organes de renforcement des sons. De Blainville pense que le limaçon a pour fonction principale d'apprécier les sons très-aigus ; Dugès en fait la partie musicale de l'organe auditif, l'appréciateur des tons et surtout l'appareil destiné à percevoir les voix et les sons articulés.

D'autres auteurs ont pensé que la lame spirale, qui se rétrécit avec régularité de la base au sommet du limaçon, correspondait ainsi à l'échelle des sons, du plus grave au plus aigu, et qu'elle vibrait à l'unisson de chacun d'eux.

Pour Müller et Longet, la destination finale du limaçon est d'étaler les fibres nerveuses sur une lame solide, en contact avec les parois osseuses du labyrinthe et de la tête, aussi bien qu'avec l'eau du labyrinthe et pouvant, par conséquent, transmettre à ces fibres les vibrations communiquées aux parties solides ou liquides de l'appareil auditif. De plus, la disposition en spirale du limaçon réalise, sous le moindre volume possible, un développement de surface relativement considérable, pour l'expansion des filets nerveux.

Cette divergence d'opinions est facile à comprendre, du moment qu'aux données précises de la physique succèdent les aperçus physiologiques.

Le nerf auditif se distribue à tout le labyrinthe, mais, avant d'y pénétrer et dans le conduit auditif interne, il se divise, comme nous l'avons dit, en deux branches dont la moins considérable se rend au limaçon et la plus forte au vestibule et aux canaux demi-circulaires. Si l'on admet que ces deux branches soient homogènes et constituent seulement deux divisions du nerf spécial à l'audition, on doit en conclure que l'impression auditive a lieu sur toute la surface du labyrinthe, de même que l'impression visuelle se produit sur toute la rétine. La division du nerf et la disposition particulière de ses ramuscules dans chacune des cavités labyrinthiques paraissent indiquer une destination spéciale de ces cavités. Il semble rationnel de penser que des appareils

si différents de forme et si distincts dans l'ensemble de l'organe, ont des attributions particulières et concourent dans leurs fonctions respectives à la sensation complexe de l'audition. De plus, Müller a démontré que les mêmes vibrations aériennes agissent avec beaucoup plus d'intensité sur l'eau du labyrinthe, après avoir traversé la chaîne des osselets et la fenêtre ovale qu'après avoir traversé l'air de la cavité tympanique et la membrane de la fenêtre ronde; il pense que les ondes du même son, transmises à travers les deux fenêtres, diffèrent non-seulement en intensité, mais aussi, jusqu'à un certain point, sous le rapport du timbre, puisque les unes parviennent à la fenêtre ronde à l'état de vibrations aériennes, et les autres à la fenêtre ovale, par la chaîne des osselets, à l'état de vibrations de corps solides. Mais le limaçon reçoit des ondes sonores de l'une et l'autre sorte par ses rampes tympanique et vestibulaire; de plus, les cavités qui forment le labyrinthe communiquent entre elles et, remplies par une humeur commune, elles sont réunies intimement par leurs parois; elles semblent donc devoir être solidaires, jusqu'à un certain point, à l'égard des impressions auditives, et rien ne démontre que les vibrations soient électivement dirigées dans leur marche, à partir du vestibule, vers le limaçon ou les canaux demi-circulaires.

Il est à remarquer néanmoins que les auteurs s'accordent généralement à placer dans le limaçon le siége principal ou même unique des impressions auditives, et cette doctrine est aujourd'hui professée par M. Helmholtz, à qui l'on doit de connaître l'origine et le mécanisme des timbres. Nous allons indiquer sommairement sa théorie de l'audition.

On a vu plus haut que les filets terminaux du nerf auditif s'étalent régulièrement, les uns à côté des autres, sur la lame spirale du limaçon, comme les cordes d'un clavier. M. Helmholtz assimile ces filets nerveux aux cordes d'un piano, et explique ainsi leurs fonctions : lorsque, soulevant les étouffoirs d'un piano, on chante avec force au-dessus des cordes une note quelconque, l'onde sonore met en vibration celles des cordes qui répondent aux harmoniques de la voix et dont chacune vibre exclusivement à l'unisson d'un harmonique; la note se trouve ainsi décomposée par la vibration sympathique des cordes. Ce même phénomène a lieu dans l'oreille interne. Les fibres de Corti décomposent les sons; chacune d'elles vibre à l'unisson de l'harmonique avec lequel elle s'accorde, et l'ensemble de ces vibrations, transmis au cerveau par le nerf auditif, donne la sensation du son fondamental et de son timbre. Mais ici, comme partout, l'organe vivant est infiniment supérieur à la machine construite par l'homme. Les fibres de Corti sont au nombre de plus de 3,000, ce qui donne pour chaque octave 400 cordes sensitives dont l'intervalle est d'un 66e de ton. Il est facile de comprendre, d'après cela, comment une oreille exercée peut saisir les moindres différences entre les sons, de même que l'œil apprécie les moindres nuances de la lumière.

Cette théorie explique, dans une de ses parties les plus mystérieuses, le mécanisme de l'audition et nous montre les ondes sonores excitant la harpe éolienne du nerf auditif, comme l'observation directe nous fait voir l'image lumineuse se peignant sur la rétine. De même que le miroir et la chambre obscure nous donnent une

idée de l'œil, un instrument de musique nous représente l'oreille, et nous suivons ainsi l'onde sonore et l'onde lumineuse jusqu'au point où tout devient mystère, jusqu'à la sensation que nous devons renoncer à comprendre, comme la vie, comme notre intelligence même.

Cependant l'ingénieuse explication de M. Helmholtz ne semble pas tout d'abord nous rendre les phénomènes de l'ouïe aussi facilement accessibles, que ceux de la vue nous le deviennent par les instruments d'optique. Le miroir convexe et les réductions photographiques nous montrent de grands monuments, de vastes paysages reproduits dans des proportions microscopiques; pour l'oreille nous n'avons rien de semblable et nous sommes involontairement portés à comparer l'organe auditif et ses conduits si déliés à la grandeur des sons et des corps dont ils émanent. Les physiciens admettent que les ondes sonores se croisent dans l'air, à peu près comme celles d'un liquide, sans que leurs courbes se modifient réciproquement; c'est ainsi que s'explique la netteté de chaque son en particulier dans un accord exécuté par des instruments nombreux et différents; mais pour que ce phénomène de l'acoustique se révèle à nous, il faut que les ondes sonores poursuivent leur marche dans les détours du labyrinthe et les parcourent aussi facilement que l'espace, il faut que la grande voix des météores et les sons incommensurables que la nature fait rendre à l'atmosphère, à l'Océan, aux montagnes, se transmettent à notre oreille dans leurs proportions relatives, comme le bruit d'une gouttelette de rosée. Comment l'organe de l'ouïe peut-il, dans ses dimensions minimes, percevoir également le son des

instruments gigantesques que fait vibrer la nature, et le bruit le plus faible qui traverse l'air?

Souvenons-nous que si nous pouvons entrevoir quelque détail des phénomènes naturels et de ce mouvement qui constitue la vie, ce n'est pas en les considérant dans leur ensemble, c'est en les analysant autant que nous le permettent nos moyens si limités. Dans les vibrations de la bulle d'air qui entoure notre planète, comme dans les ondulations de l'éther qui remplit l'espace immense, ce sont toujours des molécules insaisissables pour nous que la nature fait mouvoir, c'est encore sur des infiniment petits qu'elle agit en excitant les organes des sens, et ces organes, elle les a modelés dans la mesure qui lui suffisait pour leur faire partager le mouvement qu'elle imprime à l'univers. Sur quelques millimètres de la rétine, elle peint également le plus vaste horizon et les nervures d'une feuille de rose, la voûte céleste, où Sirius n'est qu'un point lumineux, et la poussière étincelante de l'aile d'un papillon; de même, les mugissements de la tempête, les retentissements du tonnerre ou de l'avalanche trouvent place dans le labyrinthe, dont les cavités, presque imperceptibles, semblent destinées à recevoir seulement les sons les plus délicats.

Finesse et délicatesse de l'ouïe. On a dit que le sens de l'ouïe était chez l'homme le plus parfait. Considérée comme instrument musical, l'oreille est, en effet, un organe admirable et que l'homme seul possède; mais ici, comme pour l'œil, il faut distinguer ce qui appartient à l'appareil auditif et ce qui est du domaine de l'intelligence. L'oreille perçoit les sons, l'intelligence

apprécie leur justesse, mesure leurs intervalles, juge de leur succession plus ou moins mélodieuse, de leur discordance ou de leur harmonie. Si le peintre est servi par un miroir fidèle, l'oreille est pour le musicien un guide plus irréprochable encore, non qu'elle dépasse l'œil comme perfection de mécanisme, mais parce que la division mathématique des sons et leurs intervalles bien plus grands que ceux des couleurs ne permettent pas de confusion. L'œil perçoit à la fois un grand nombre de teintes qui peuvent se mélanger sur la rétine, soit par leur voisinage, soit par le déplacement rapide des objets, comme on le voit pour les molécules de couleurs différentes qu'on a mêlées, et pour un disque de plusieurs couleurs tournant sur son axe. Au contraire, quelque rapide que soit le mouvement d'un morceau de musique, chaque note résonne isolément à l'oreille, et quand plusieurs sons y arrivent simultanément, ils y déterminent toujours des impressions isolées dans leur ensemble. C'est ainsi qu'un musicien, au milieu des accords d'un nombreux orchestre, distingue une fausse note et l'instrument qui l'a donnée.

La finesse de l'ouïe a plus d'influence sur la délicatesse des impressions auditives que la portée de la vue sur les impressions visuelles; une vue perçante n'est pas indispensable au peintre pour qu'il juge exactement des couleurs, l'oreille du musicien doit être d'une exquise sensibilité pour qu'il puisse apprécier la justesse des sons et leurs rapports harmoniques; mais une fois acquise, cette notion reste ineffaçable et lui suffit pour créer des chefs-d'œuvre que son oreille ne peut entendre. Beethoven, devenu sourd à quarante ans, composa toutes ces œuvres immortelles dont l'exécu-

tion n'eut jamais lieu pour lui que dans sa pensée.

Il n'est pas rare de rencontrer des personnes qui distinguent mal les sons musicaux et les confondent sous le rapport du ton. Pour ceux chez qui ce daltonisme de l'oreille est poussé à l'extrême, la musique n'existe pas, ils n'entendent qu'une suite de sons plus ou moins intenses, sans rapport d'harmonie, sans enchaînement mélodique. De là à la délicatesse d'oreille d'un chef d'orchestre ou d'un bon accordeur, les degrés varient à l'infini, et la justesse absolue de l'oreille est au moins aussi rare que le sentiment parfait de la couleur. Cependant les impressions musicales semblent demander moins d'efforts et être plus du domaine de tout le monde que celles de la peinture.

Une fausse note blesse, dit-on, plus qu'un faux coloris. Mais cela n'est vrai que dans certaines limites. Un amateur médiocre, entendant au Conservatoire l'ouverture du *Freyschütz*, sera choqué sans doute si le cor vient à détonner par un de ces accidents impossibles à éviter toujours ; mais cet amateur, après avoir entendu le même morceau exécuté par un orchestre de second ordre, sortira du concert très-satisfait, sans tenir compte ni des fausses notes qui lui auront échappé, ni du sentiment ou du mouvement plus ou moins respectés, et s'il ne met pas les deux orchestres sur la même ligne, ce sera par respect humain. Dans la foule qui visite le Salon chaque année, combien de gens préfèrent à un chef-d'œuvre de Titien une toile vulgaire et sans harmonie, mais diaprée des couleurs les plus criardes !

On dit quelquefois d'une personne qui chante faux, qu'elle n'a pas d'oreille, et souvent, en effet, c'est au manque de justesse de l'ouïe qu'est due la fausseté de

la voix. Dans ce cas, le mal est irremédiable ; le musicien dont l'oreille est fausse ne pourra jamais être sûr d'émettre des sons justes. Mais quand la fausseté du son est due seulement à l'imperfection de l'organe vocal, un homme qui ne saurait chanter juste peut jouer parfaitement du violon ou de la basse, car son oreille lui permet d'apprécier à leur valeur les sons qu'il tire de son instrument.

Intensité, distance et direction des sons. Nous avons vu que les auteurs ne s'accordent pas sur le rôle des diverses parties de l'appareil auditif dans l'appréciation de l'intensité, de la distance et de la direction du son. L'appréciation de l'intensité paraît dépendre de la sensibilité plus ou moins exquise de l'organe entier plutôt que d'une de ses parties. Les vibrations sont transmises à l'ensemble de l'oreille et même à tout le corps, quand le son ou le bruit est très-fort ; ainsi le tonnerre, le canon, les notes graves de l'orgue ou de la contre-basse causent un ébranlement dans le corps entier, mais c'est par l'excitation vibratoire du nerf auditif que nous jugeons de l'intensité d'un son, comme le nerf optique nous fait apprécier celle de la lumière.

Pour la distance, s'agit-il d'un son qui nous est connu, de la voix humaine par exemple, nous jugeons de son éloignement par la force plus ou moins grande de l'impression auditive. Quant aux bruits dont nous ne connaissons pas l'intensité à une distance donnée, comme le bruit du tonnerre, nous estimons de même, mais avec moins de certitude, sa distance, suivant qu'il est plus faible ou plus fort.

C'est donc au raisonnement fondé sur la sensation

que nous devons d'apprécier la distance comme l'intensité des sons ; il en est de même pour leur direction. Qnand un bruit se fait sentir plus vivement à une oreille qu'à l'autre, nous jugeons qu'il vient du côté où l'impression est plus forte, et l'aptitude de l'organe à saisir des différences légères dans l'intensité nous fait reconnaître dans quelle position de la tête le son est le mieux perçu. Nous sommes donc amenés à placer la tête dans une position déterminée, eu égard à la direction du bruit, et par là même nous en acquérons la notion dans certaines limites. Aussi, quand les oreilles sont placées dans une même situation, relativement au son, par exemple s'il est produit devant ou derrière nous, il nous est impossible de distinguer sa direction sans tourner la tête.

Cette incertitude où nous sommes toujours de la direction exacte et de la distance du son permet aux ventriloques de produire ce que l'on prendrait à tort pour des illusions de l'ouïe ; ce sont uniquement des erreurs de notre jugement influencé par l'imagination. La voix caverneuse et affaiblie du ventriloque nous paraît venir de loin, d'en haut ou d'une certaine profondeur ; le sens des paroles, l'expression de la voix, les timbres variés et la mimique du jongleur font le reste.

Durée des impressions auditives. Savart a démontré que la durée des impressions auditives était de plus d'un dixième de seconde. Ainsi, quand on imprime à un corps des vibrations qui ne dépassent pas neuf par seconde, l'oreille perçoit une série d'impressions distinctes ; à partir de dix à douze vibrations, la sensation devient continue.

Sensation d'origine intérieure. De même que l'œil peut être le siége d'impressions lumineuses sous l'influence de causes étrangères à la lumière, des sons ou des bruits peuvent se faire entendre à l'oreille sans qu'elle soit excitée par les ondes sonores. Les bourdonnements, le tintement et d'autres impressions peuvent s'y produire ou lui être rapportés dans des conditions anormales que nous n'avons pas à examiner, et dont le mécanisme est obscur ou inconnu. L'ébranlement prolongé du nerf auditif, par un son ou par un bruit assez fort, détermine aussi une sensation persistante, confuse, et que chacun peut avoir éprouvée, après un long trajet en chemin de fer, par exemple, ou lorsqu'on est demeuré quelque temps près d'une grande chute d'eau, dans un moulin, etc.

Parallèle de l'oreille et de l'œil. L'œil et l'oreille présentent de nombreuses analogies sous le rapport anatomique et dans leurs fonctions. On a comparé le pavillon de l'oreille aux paupières, le conduit auditif à la chambre antérieure de l'œil, le tympan à l'iris, la caisse du tympan à la chambre postérieure, les osselets au cristallin, et l'humeur de Cotugno au corps vitré. Ces organes diffèrent dans leur nature comme les agents d'excitation qui les parcourent. Le son et la lumière ont pour origine des vibrations ; mais la transparence est la condition essentielle de l'organe que traverse la lumière : les sons se propagent dans tous les corps solides, liquides ou gazeux.

La vue permet à l'homme de contempler le spectacle admirable de l'univers ; mais, pour l'œil, la nature est muette et le mouvement seul y dénote la vie : l'ouïe

complète nos impressions, par elle tout s'anime et l'homme prend part à la vie du monde extérieur, à la pensée de son semblable. La perfection même de ces deux sens nous fait mieux apprécier l'enchaînement des fonctions et la solidarité de nos organes. La vue parle plus directement à l'intelligence, elle ouvre à la pensée un champ plus vaste, elle fait naître les idées précises de la lumière, de la forme et de l'étendue; enfin, elle permet la communication de la pensée par des signes conventionnels. L'ouïe est une condition nécessaire du langage articulé; sans elle l'homme vit seul, l'affection, la confiance perdent leur expression la plus précieuse, l'intimité n'existe pas.

Les sensations auditives agissent sur le système nerveux avec plus de vivacité que les sensations visuelles. Le rhythme nous entraîne ou s'adapte à nos idées et à nos passions; la musique nous jette dans un monde idéal et nous tient sous un charme indéfinissable; en un mot, on peut dire que si la vue parle surtout à l'intelligence, l'ouïe s'adresse aux sentiments affectifs.

La vue est certainement plus nécessaire à l'homme que le sens de l'ouïe; cependant, on remarque que les aveugles sont généralement gais et communicatifs, tandis que les sourds paraissent disposés à la tristesse. Quant à l'influence relative de ces deux sens sur le développement de l'intelligence, on sait que l'éducation des sourds est longue, mais peut être complète; celle des aveugles est assez rapide, au contraire, mais presque toujours très-bornée; beaucoup de notions leur sont impossibles à acquérir, et, comme le remarque Longet, rarement leur esprit devient majeur.

CHAPITRE XIII

Sens de l'odorat. — Organe de l'olfaction. — Nez; fosses nasales, cornets, membrane pituitaire. — Nerf olfactif. — Principes odorants: leur développement, leur action sur le système nerveux. — Olfaction; son siége; durée des impressions olfactives. — Usages et finesse de l'odorat.

Organe de l'olfaction. L'appareil de l'odorat est situé au milieu de la face, entre les cavités orbitaires et la voûte palatine. Ainsi placé au-dessus de l'organe du goût avec lequel ses rapports sont nombreux, il forme l'entrée des voies respiratoires et contrôle jusqu'à un certain point la pureté de l'air qui y pénètre. Il se compose du nez et des fosses nasales.

Le nez. Deux os minces, aplatis et légèrement courbés dans leur largeur forment la partie supérieure du nez. Ils s'articulent entre eux, par leur bord interne, sur la ligne médiane, par leur bord externe ils s'unissent à l'apophyse montante du maxillaire supérieur; enfin à la racine du nez, une suture les réunit au frontal. Leur bord inférieur se continue avec les cartilages qui complètent les parois nasales. La voûte que présentent les os du nez est soutenue par une cloison osseuse à laquelle

fait suite une lame cartilagineuse qui divise en deux moitiés symétriques la cavité nasale et sépare les narines. Une peau fine enveloppe le nez en couvrant de petits muscles plus importants au point de vue de la physionomie que par leurs fonctions organiques.

Fosses nasales. On nomme ainsi deux cavités anfractueuses qui font suite à celles du nez; adossées sur la ligne médiane et bornées, en bas, par la voûte palatine, en haut, par la lame criblée de l'ethmoïde, elles s'ouvrent, en arrière, au-dessus du gosier. Une cloison formée par la lame perpendiculaire de l'ethmoïde, le vomer et un cartilage sépare les fosses nasales sur la ligne médiane ; le cartilage se prolonge, comme nous l'avons vu, dans la cavité nasale qu'il partage en deux. Sur la paroi externe des fosses nasales, on remarque des replis osseux, les *cornets supérieur*, *moyen* et *inférieur*, séparés par des enfoncements ou *méats*. Les fosses nasales communiquent avec de nombreux sinus creusés dans l'épaisseur des os de la face et du crâne.

Toute la surface interne de l'appareil olfactif est tapissée d'une membrane muqueuse, la *membrane pituitaire*, organe immédiat de l'odorat. Cette membrane, repliée dans les anfractuosités nombreuses des cornets et des méats, présente une superficie d'autant plus grande aux impressions olfactives. Le *nerf olfactif* vient se ramifier dans la pituitaire. Il pénètre dans les fosses nasales en traversant la lame criblée de l'ethmoïde et se distribue à leur partie supérieure seulement. Dans leur partie inférieure, la pituitaire ne reçoit que des filets nerveux venant de la cinquième paire, circonstance à remarquer au point de vue du mécanisme et du siége de l'olfaction.

Odeurs. Le physicien calcule la marche et l'intensité de la lumière, il peut l'analyser, il sait de quel corps émane telle ou telle couleur, et si ce corps existe dans l'astre dont il observe les rayons; il démontre dans la vibration des corps l'origine des ondes sonores, et voit, dans la lumière comme dans le son, non des particules de matière traversant l'espace, mais un mouvement imprimé aux milieux qui l'enveloppent.

Quelques savants ont pensé que les odeurs résultaient aussi d'un mouvement vibratoire transmis à l'air ambiant par les molécules des substances odorantes, mais Fourcroy démontra l'origine des émanations odorantes dans la volatilité des matériaux immédiats des végétaux, et les odeurs sont généralement considérées aujourd'hui comme des corps existant par eux-mêmes, et non comme un résultat purement physique, comparable aux ondes lumineuses ou sonores ; ce sont des particules matérielles extrêmement ténues et volatilisées dans l'atmosphère. Ici la matière semble devenir insaisissable. Le chimiste peut bien extraire d'un corps l'huile essentielle qui lui donne son odeur, mais il ne peut isoler de cette huile son principe odorant, et jusqu'à présent il ne le connaît que par l'impression spéciale qu'en reçoit le nerf olfactif.

Rien ne donne une idée plus exacte de la divisibilité de la matière que la diffusion des odeurs. 5 centigrammes de musc placés dans une chambre y développent une odeur très-forte, pendant un temps assez long, sans perdre sensiblement de leur poids, et la boîte qui les a contenus en conserve presque indéfiniment le parfum. Haller rapporte que des papiers parfumés par un

grain d'ambre gris étaient encore très-odorants après quarante années.

Les odeurs sont transportées par l'air à des distances considérables. Un chien reconnaît de fort loin par l'odorat l'approche de son maître, et l'on assure qu'à près de dix lieues des côtes de Ceylan, le vent apporte aux navigateurs l'odeur délicieuse de ses forêts embaumées.

Des expériences faciles à faire prouvent qu'il s'échappe des corps odorants un jet de particules qui semblent immatérielles, tant elles sont ténues. Un morceau de camphre, un petit corps imbibé d'éther ou de parcelles d'acide benzoïque projetés sur l'eau, sont animés d'un mouvement particulier dû à la propulsion produite par la vapeur invisible qui émane de ces corps.

La chaleur, la lumière et d'autres influences modifient la production des odeurs et leur transmission dans l'espace. Certains végétaux ne sont odorants que la nuit, et c'est surtout le matin et le soir, quand la rosée est peu abondante, que les jardins en fleurs embaument l'atmosphère. La pluie ôte aux fleurs leur parfum, probablement par une action mécanique, et sans doute aussi en abaissant leur température. Il est à remarquer d'ailleurs que les odeurs végétales ou animales sont presque toutes d'autant plus faibles, qu'elles émanent de plantes ou d'animaux vivant dans des contrées plus froides. Aussi, les parfums viennent-ils, pour la plupart, des pays tropicaux.

On a dit que, suivant leur coloration, les corps absorbaient et conservaient plus ou moins les odeurs. Ainsi, les expériences de Stark tendraient à prouver que

les vêtements noirs s'imprègnent plus facilement d'une odeur et la conservent plus longtemps que les vêtements de couleur claire. D'autre part, A. Duméril assure avoir constaté que les étoffes blanches absorbent aussi vite que les autres, mais laissent évaporer plus promptement les particules odoriférantes. Il en serait, par conséquent, à cet égard, des odeurs comme des rayons lumineux, mais le premier de ces phénomènes n'est pas, à beaucoup près, aussi démontré que le second.

Sous l'influence du choc ou du frottement, certains corps végétaux ou minéraux dégagent des odeurs plus ou moins fortes ; tels sont la plupart des bois, notamment ceux du lilas et de Sainte-Lucie, les feuilles de la menthe, de la verveine citronnelle, de l'aurone, et certaines roches calcaires ou siliceuses. D'autres plantes, au contraire, perdent leur odeur par le froissement, comme le réséda, la violette, etc. Le contact de l'eau ou de la vapeur développe aussi de l'odeur dans les roches argileuses et dans plusieurs substances végétales.

Les odeurs ont une action très-marquée sur le système nerveux, mais l'impressionnabilité varie beaucoup à cet égard, suivant les personnes. Il n'est pas douteux que certaines odeurs puissent déterminer des accidents nerveux assez graves ; mais l'imagination est quelquefois pour beaucoup dans le malaise causé par le voisinage d'un bouquet de roses ou de violettes, la vue de fleurs artificielles suffit même pour affecter péniblement des personnes qui croient ces fleurs naturelles. Souvent aussi on attribue à l'action des odeurs sur le cerveau les effets de l'acide carbonique, ou d'émanations vénéneuses, absorbées par les poumons, et combien de gens

croient inoffensive la combustion de la braise, parce qu'elle ne développe pas autant d'odeur que celle du charbon!

Cependant, même en faisant la part de ce que l'imagination peut ajouter à leurs effets nuisibles, il est certain que les odeurs agissent comme un excitant du cerveau, dangereux quand son action se prolonge. Elles sont particulièrement redoutées des femmes romaines. On sait que, dans l'antiquité, les femmes de Rome faisaient un usage immodéré du bain et des parfums ; les Romaines de nos jours n'ont rien de commun, à cet égard, avec celles d'autrefois, et l'on cite le mot d'une dame, qui disait, en admirant une rose artificielle : *È tanto più bella che non puzza niente.*

Il ne faut pas disputer des goûts ni des couleurs, dit le proverbe ; on pourrait ajouter : ni des odeurs. Les hommes et les peuples diffèrent singulièrement à cet égard. Le Lapon et l'Esquimau trouvent délicieuse l'odeur de l'huile de poisson ; Wrangel dit que les Russes, ses compatriotes, aiment beaucoup l'odeur de choux aigres, aliment dont ils font grand usage ; l'asa fœtida sert, dit-on, de condiment en Perse, et, malgré le nom de cette substance, quelques personnes ne trouvent pas désagréable son odeur, non plus que celle de la valériane.

Olfaction. L'air qui pénètre dans l'organe de l'odorat dépose, à la surface de la membrane pituitaire, les principes odorants dont il est chargé ; la membrane s'en imprègne, et c'est dans son tissu que les particules odorantes arrivent au contact des fibres terminales du nerf olfactif. Nous avons vu que ce nerf se distribue exclusi-

vement à la partie supérieure des fosses nasales ; il faut donc, pour que la sensation des odeurs ait lieu, que l'air attiré par l'inspiration ne passe pas seulement par la région inférieure de ces cavités, mais pénètre jusqu'à leur partie supérieure. Le nez, qui se rétrécit à sa racine comme une sorte d'entonnoir, tend à conduire les effluves odorants vers le point où l'impression doit être perçue, et, plus l'inspiration est forte, plus la colonne d'air se porte en haut et vient exciter les filets du nerf spécial. Quelques physiologistes ont cru, avec Magendie, que des nerfs de la cinquième paire, ramifiés à la partie inférieure de la pituitaire, étaient destinés à l'olfaction ; il paraît démontré que les sensations résultant du contact de vapeurs ammoniacales ou acides avec les nerfs ne sont pas olfactives, mais seulement douloureuses.

La membrane pituitaire, à l'état normal, est constamment humide, et la sécrétion qui la baigne est une des conditions nécessaires à la fonction olfactive ; aussi remarque-t-on que, lorsque cette membrane se dessèche, comme au début d'un coryza, le sens de l'odorat est plus ou moins oblitéré. En préservant la membrane sensible de l'accès immédiat de l'air, le nez assure ses fonctions, et la perte de cet organe diminue beaucoup l'odorat ou même l'abolit complétement. L'olfaction, involontaire le plus ordinairement, peut devenir plus active par la volonté. L'inspiration est alors plus forte et plus répétée, pour que l'odeur que nous voulons savourer ou apprécier se porte en plus grande quantité vers la voûte nasale. S'agit-il, au contraire, d'éviter une odeur désagréable, une expiration brusque a lieu par le nez, et la respiration se fait in-

stinctivement par la bouche, tandis que le voile du palais vient fermer, en arrière, les cavités olfactives. C'est ainsi qu'on peut, en buvant une eau sulfureuse, atténuer l'impression désagréable de l'odeur qui s'en dégage.

Qu'elles arrivent au siége de l'odorat par le nez ou par l'ouverture postérieure des fosses nasales, les odeurs sont également senties; c'est ainsi qu'en mangeant, la bouche fermée, nous percevons l'arome des aliments; mais, dans ces dernières conditions, la persistance de l'impression émousse bientôt la sensibilité. Un homme à jeun reconnaît facilement si la personne qui lui parle a bu la moindre quantité d'alcool, fût-ce un verre d'eau rougie; après le repas, nous sentons beaucoup moins, chez les autres, l'odeur des aliments que nous avons pris nous-mêmes, et dont les principes odorants ont, depuis quelque temps déjà, saturé la membrane olfactive.

Les sinus des os du crâne et de la face, qui sont en communication avec les fosses nasales, ne prennent aucune part à la perception des odeurs. On les a considérés comme pouvant contribuer, par leurs sécrétions, à humecter la pituitaire, ou comme servant de réceptacles à l'air qui, plus tard, se porte de leurs cavités à l'organe de l'odorat.

Durée des impressions olfactives. Lorsqu'on a respiré une odeur forte et pénétrante, la sensation se prolonge un certain temps, et quelquefois plusieurs heures. Il est probable que l'odorat perçoit, dans ce cas, une impression non pas unique, mais renouvelée sans cesse par les particules odorantes dont s'est imprégné le mu-

cus de la pituitaire ou que renferment les sinus. Quelquefois aussi l'odeur a pénétré dans les vêtements ou s'est attachée aux cheveux, à la peau, et c'est de là qu'elle continue à nous impressionner. Un exercice violent et le repas, en activant la sécrétion, font ordinairement disparaître cette sensation, dont la persistance peut être fort incommode.

Gerdy faisait du sens olfactif le conseiller de l'estomac. Quand l'appétit se fait sentir, l'odeur des aliments paraît agréable ; elle répugne, au contraire, quand la faim est satisfaite, et l'odorat nous avertit alors de ne plus prendre de nourriture. On peut dire, avec plus de raison peut-être, que ce sens complète celui du goût, en nous permettant d'apprécier l'arome sans lequel les aliments et les boissons ne développent qu'une sensation assez grossière, ou tout au moins dépourvue de finesse. Quand l'odorat est perdu ou seulement affaibli, le goût, ne percevant que les saveurs, semble presque aboli dans son isolement.

Très-inégalement développé suivant les individus, l'odorat serait, dit-on, d'une extrême finesse dans certaines races d'hommes, et surtout chez les peuples sauvages. Ce qu'on raconte d'individus suivant le gibier à la piste, et de nègres distinguant à l'odeur les traces d'un nègre de celles d'un blanc, nous semble pouvoir se rapporter au sens de la vue aussi bien qu'à celui dont nous parlons. On peut admettre, d'ailleurs, que l'expérience personnelle et l'attention éveillée sur des circonstances particulières agissent, à l'égard de l'odorat, comme pour la vue et pour l'ouïe.

CHAPITRE XIV

Sens du goût. — Organe de la gustation. — Nerfs spéciaux à l'organe du goût. — Saveurs. — Goût.

Organe de la gustation. En décrivant la bouche, à propos de l'appareil digestif, nous avons vu quelles sont les fonctions de ses différentes parties et des organes qui circonscrivent ou remplissent sa cavité. Nous nous bornerons à rappeler ici que la langue reçoit trois nerfs, dont un, le grand hypoglosse, lui donne le mouvement, et les deux autres, le nerf lingual et le glosso-pharyngien, la sensibilité gustative. La langue, qui, par ses mouvements, prend part aux fonctions digestives et à l'articulation des sons, a donc, en outre, une sensibilité spéciale, elle est l'organe principal du goût.

Saveur ; goût. On ne connaît pas mieux la nature intime et la cause des saveurs que celles des odeurs, C'est par volatilisation que les particules insaisissables des principes odorants nous parviennent ; c'est par une solution plus ou moins complète que les corps nous transmettent leur saveur, cette propriété inhérente à leur substance et que le goût seul nous révèle. Nous

reconnaissons ainsi la saveur acide ou salée, sucrée, amère, etc., mais rien dans la nature des corps ni dans leur contexture ou leurs éléments constituants ne nous explique jusqu'à présent leur sapidité. De même qu'elles échappent à l'analyse, les saveurs se refusent à toute classification, même à celle qui les distingue en *agréables* et *désagréables*, car les individus et les peuples diffèrent singulièrement de goût à cet égard. Le Lapon et l'Esquimau boivent à longs traits l'huile de poisson, qui leur est un aliment précieux et le mieux approprié aux exigences du climat polaire ; les Abyssins mangent la viande crue et lui trouvent une saveur excellente, tandis que les Occidentaux ne l'acceptent qu'avec répugnance et comme un médicament; les huîtres, si généralement appréciées dans nos pays, n'ont pour quelques personnes qu'un goût désagréable et nauséeux ; enfin les truffes, délices des gourmets, sont repoussées par les profanes, à cause de leur saveur et de leur parfum. Il en est ainsi de presque tous les produits alimentaires, recherchés par les uns, dédaignés ou abhorrés par les autres. Rappelons-nous le proverbe et ne disputons pas des goûts; chacun d'eux est bien placé dans son pays, et bon nombre s'acclimatent, au grand avantage des populations, dans des contrées où d'abord ils paraissaient fort étranges. L'homme doit commander à son goût et l'habituer à trouver bon tout aliment salubre, ce qui n'exclut ni le droit de préférence, ni la délicatesse du sens. Il faut aussi, tout en se défiant des séductions, savoir écouter à propos les instincts et les conseils de ce sens, qui nous en donne quelquefois de bons.

Parmi les substances que nous goûtons, il en est bien

peu qui s'adressent uniquement à l'organe de la gustation et qui n'impressionnent pas en même temps l'odorat. Ce mélange, dans un même corps, des saveurs et des odeurs et l'action simultanée des deux sens qui perçoivent les unes ou les autres, a fait considérer par quelques auteurs le goût et l'odorat comme ne faisant qu'un. Ils sont pourtant bien distincts dans leur siége et leurs fonctions; mais la sensation mixte, résultat de leurs impressions réunies, diffère complétement de celles qu'ils déterminent isolément, et l'on peut dire que l'odorat est le complément nécessaire du goût. Ce dernier sens est, en effet, réduit à peu de chose quand il agit seul.

Quelque variées que soient les saveurs, elles se rapportent toutes à un petit nombre de types dont le mélange et les nuances nous laissent assez indifférents quand nous n'en sommes pas offensés. Isolément, le goût reconnaît si un corps est salé ou sucré, acide, astringent, acerbe, douceâtre, etc.; mais quand nos aliments n'éveillent pas chez nous d'autres sensations, nous sommes presque tentés, malgré toute leur saveur, de les déclarer insipides. La crème à la vanille et la crème au café, la gelée au rhum et la gelée au marasquin ne diffèrent pas au goût lorsqu'on tient les narines fermées. Au lieu d'huile d'olives et de vinaigre de vin, employez, pour assaisonner une salade, de l'huile blanche et de l'acide acétique étendu d'eau, et vous saurez ce qu'est le goût sans l'odorat. Il ne faut donc pas confondre avec la saveur franche ce que l'odorat y ajoute, et c'est pour suppléer à ce que nos aliments ou nos sens émoussés ont d'insuffisant à cet égard, que nous faisons usage des condiments.

On doit aussi distinguer les corps dont l'action est bornée au sens du tact exercé par la langue, et plusieurs impressions réputées sapides semblent devoir être considérées comme purement tactiles; telles sont l'astringence, l'âcreté, l'action irritante ou caustique de quelques substances, etc.

M. Chevreul, se fondant sur ce principe de la distinction du tact, des saveurs et des odeurs, a divisé les corps en quatre classes, suivant l'impression qu'ils produisent dans la bouche : 1° corps agissant sur le tact de la langue : cristal de roche, glace, etc.; 2° corps agissant sur le tact et sur l'odorat : métaux odorants, étain, cuivre, etc.; 3° corps agissant sur le tact et le goût : sucre candi, chlorure de sodium, etc.; 4° corps agissant sur le tact, le goût et l'odorat : pastilles de menthe, chocolat, huiles volatiles, etc.

Dans cette dernière classe figurent nécessairement toutes les préparations alimentaires.

Les auteurs ne sont pas d'accord sur le siége du goût; plusieurs l'ont étendu à presque toute la surface de la langue, aux piliers et à la face supérieure du voile du palais, aux amygdales et au pharynx. On considère généralement aujourd'hui le goût comme siégeant à la pointe, à la base, sur les bords de la langue et dans un point restreint de la face antérieure du voile du palais. Suivant Longet, le dos de la langue et les piliers du voile du palais ne seraient pas dépourvus de sensibilité gustative.

Les corps sapides ne produisent pas tous la même impression sur les diverses parties de l'organe du goût; beaucoup de sels donnent, sur la pointe de la langue, une saveur acide, salée, piquante ou styptique et, à la

base, une saveur amère et métallique; d'autres, au contraire, donnent partout la même saveur. En général, l'acidité est mieux perçue à la pointe et sur les bords, la saveur saline ou métallique se développe surtout à la partie postérieure.

Pour que la saveur soit perçue, il faut que la salive baigne les molécules sapides, les dissolve en partie et les mette en contact plus immédiat avec la surface de la langue. Afin d'augmenter encore ce contact, la langue s'applique à la voûte palatine et presse contre sa surface les aliments. C'est alors que l'impression gustative se produit dans toute sa force, et on en a conclu que le palais était le siége principal du goût. Il n'en est rien cependant, le rôle du palais est ici purement mécanique et se borne à mettre, comme nous venons de le dire, en contact plus immédiat les corps sapides et la surface de la langue. On le démontre en couvrant la voûte palatine d'une pellicule imperméable et insipide, la gustation s'opère complétement dans ces conditions, tandis qu'en enveloppant la langue de cette même pellicule et découvrant le palais, aucune saveur n'est perçue. En même temps que le palais, les joues et les lèvres concourent à la gustation en ramenant sur la langue les aliments que la mastication fait tomber en dehors des arcades dentaires. Le goût fonctionne encore, et non moins délicatement, dans la déglutition, quand le bol alimentaire descend entre la base de la langue et le voile du palais pour franchir l'isthme du gosier. Il faut, d'ailleurs, que les aliments et les boissons séjournent un certain temps dans la bouche, pour que toute leur saveur soit appréciée; aussi, les gourmets ont-ils soin de les y retenir et d'épuiser, en quelque sorte, leurs aromes avant de

les envoyer à l'estomac. C'est encore pour cela que les dégustateurs agitent dans leur bouche le vin dont ils veulent connaître la qualité; mais ils se gardent bien d'avaler cette gorgée de vin quand ils l'ont ainsi dépouillée de son bouquet, ils la rejettent après en avoir bien humecté la surface de la langue, et c'est alors qu'ils peuvent reconnaître le cru et l'année de la récolte. S'ils buvaient les vins qu'ils dégustent, l'odorat, qui joue ici le principal rôle, serait bientôt émoussé.

Les papilles de la langue sont, généralement, considérées comme douées de la sensibilité gustative, et c'est principalement aux papilles fongiformes qu'on accorde cette propriété; suivant Longet, elles seraient plutôt des organes tactiles, et le savant physiologiste s'appuie snr ce fait qu'à la pointe de la langue le goût n'est pas moins parfait dans les points dépourvus de papilles, tandis que le tact y est beaucoup moins délicat que sur les papilles mêmes.

La durée des impressions gustatives serait fort longue, suivant quelques auteurs; mais c'est à la présence des molécules sapides sur la langue qu'est due cette persistance de l'impression ou, pour mieux dire, son renouvellement continuel. On sait, par expérience, qu'il est difficile de se débarrasser de certaines saveurs, et l'on comprend que dissoutes et entraînées par la salive dans ce qu'on pourrait appeler la toison papillaire, les particules y séjournent et fournissent longtemps des matériaux à la sensation. C'est un mécanisme analogue à celui qui produit la persistance des odeurs de la créosote et de la dextrine, dont les mains exhalent encore l'odieux parfum plusieurs heures après en avoir éprouvé le contact.

Le goût est peu développé chez l'enfant, et quoique dès l'adolescence il acquière de la délicatesse, c'est surtout à l'âge mûr que ce sens appartient tout entier. Loin de s'affaiblir avec les années, comme la vue et l'ouïe, il conserve toute sa finesse et console le vieillard des irréparables outrages du temps. Il se perfectionne par l'exercice et arrive chez quelques hommes à une délicatesse remarquable, ainsi qu'on le voit chez les dégustateurs; mais l'usage prolongé des aliments de haut goût, l'abus des liqueurs alcooliques et surtout du tabac l'affaiblissent et l'émoussent dans ce qu'on pourraît appeler sa partie olfactive.

Le goût est-il plus développé dans l'état de civilisation? C'est ce qu'admettent plusieurs physiologistes; mais peut-être faut-il établir une distinction entre la sensibilité naturelle de l'organe et l'aptitude à juger d'un grand nombre de saveurs. Sous ce dernier rapport, nul doute que les nations civilisées ne l'emportent; cependant on remarque entre elles une grande inégalité à cet égard, et s'il fallait mesurer le degré de civilisation des peuples à la finesse de leur goût, on arriverait à des conclusions flatteuses, il est vrai, pour quelques-uns, mais bien cruelles pour beaucoup d'autres. Contentons-nous de dire qu'en Europe le goût est généralement plus développé dans le Midi que dans le Nord.

C'est, du reste, un sens qui fournit peu de matériaux à l'intelligence. Ses usages scientifiques se bornent à indiquer aux chimistes la sapidité et le genre de saveur des corps.

Ses fonctions, dans leur rapport avec la nutrition, disposent à la gaieté, à la bienveillance; le travail seul produit une diversion plus puissante sur l'esprit de

l'homme en proie au chagrin. Placé à l'entrée des voies digestives, il nous guide dans le choix des aliments, dont il contrôle la nature et la qualité; il nous avertit aussi de la plénitude de l'estomac par son indifférence pour les saveurs les plus appréciées au début du repas: enfin il nous dédommage, par une sensation agréable, de la faim, cette dure nécessité de notre organisation.

Le goût nous est donc fort utile, mais en somme, on voit que, de nos sens, ce n'est pas le plus détaché de la matière et, qui pis est, il a beaucoup à se faire pardonner. L'estomac lui reproche de n'être pas si vertueux que les physiologistes veulent bien le dire, de se conduire, au contraire, comme un séducteur dangereux, comme le pire ennemi des gens qui doivent vivre de régime, et s'il fait quelquefois à propos le dégoûté, de l'être souvent à tort et de repousser des aliments excellents, sous prétexte qu'ils lui sont nouveaux ou que ses préjugés les condamnent. Le goût rejette le tort sur ceux qui l'ont élevé à être dificile; il prétend, ce qui est vrai, qu'il est généralement docile à l'éducation et que les préjugés ne viennent pas de lui, mais de la maîtresse du logis; il ajoute que, parfaitement apte à juger du mérite d'un cuisinier, il est peu au courant des questions d'hygiène et que l'ennemi de l'estomac, c'est la gourmandise et non le goût.

Quelques personnes affectent pour ce sens un dédain motivé, sans doute, jusqu'à un certain point, mais qui ferait croire qu'elles n'en parlent que par ouï-dire. « L'esprit doit sur le corps prendre le pas devant, » comme le proclame emphatiquement Bélise; mais le bonhomme Chrysale a-t-il tort en disant: « Oui, mon corps est moi-même et j'en veux prendre soin? » et,

sans trouver, comme lui, Plutarque bon « à mettre des rabats, » ne peut-on pas se souvenir en temps et lieu « qu'on vit de bonne soupe et non de beau langage, » l'une ne faisant d'ailleurs aucun tort à l'autre? que manquer du sens même le plus modeste, c'est être incomplet après tout, et que Thénard, parlant en pleine Sorbonne de la cuisine, l'appelait « cette partie importante de la chimie? »

Qu'on pense du goût ce qu'on voudra, toujours est-il que de tout temps on en a fait l'apanage des gens d'esprit. En lisant Brillat-Savarin, on se sent tout disposé à croire que l'esprit et le sens gastronomique sont inséparables. Mais ce sont là des questions délicates; nous n'avons pas voulu tout à l'heure jeter cette pomme de discorde entre les nations, ne la jetons pas entre les individus et renvoyons prudemment le lecteur à la *Physiologie du goût*.

CHAPITRE XV

Sens du tact. — Différence entre le tact et le toucher. — Sensibilité tactile et sensibilité générale. — Organe du tact. — Sensation du contact; différence entre les régions du corps au point de vue de la sensibilité; contact simple, choc, vibration. — Sensation de pression; aptitude relative des diverses régions à l'apprécier; sensation variable suivant la forme des corps et l'étendue de la surface. — Sensation de température, variable suivant la température de la peau, la densité du corps et la surface en contact; sensation identique au contact d'un corps très-froid ou très-chaud; sensibilité relative des régions à la température. — Le toucher; sa délicatesse. — Le tact comparé aux autres sens; illusions du tact; persistance des impressions tactiles, sensations de cause interne ou subjective; causes qui modifient le tact.

Le tact et le toucher. Les sensations tactiles, de même que toutes les autres, sont plus ou moins complètes suivant que l'attention est ou non dirigée vers elles. Le contact d'un corps extérieur avec une partie sensible de l'organisme nous est révélé par le *tact*; et c'est par le *toucher* que nous apprécions ce corps dans sa forme, sa résistance, sa température, etc. Le tact peut être involontaire, le toucher est un acte de notre volonté; il y a donc entre le tact et le toucher la même différence qu'entre voir et regarder, entendre et écouter, sentir une odeur et flairer, percevoir une saveur et goûter.

Il faut distinguer encore les impressions dues à la

sensibilité générale des sensations tactiles proprement dites ; ainsi, nous nous heurtons le coude, et une vive douleur se fait sentir sur le trajet du nerf cubital, mais l'impression produite à la peau est parfaitement distincte de cette douleur profonde, quand elle n'est pas masquée par elle. Il en est de même des sensations résultant d'un choc à l'hypochondre droit et causant une douleur dans le foie. Tous ceux de nos tissus qui reçoivent des nerfs sensibles peuvent devenir le siége des impressions qui se rapportent à la sensibilité générale, et qui, pour la plupart, sont douloureuses; celles du tact ne peuvent se produire que dans certains tissus doués spécialement de ce sens. La sensibilité générale et la sensibilité tactile sont donc indépendantes. De plus, elles ne se développent pas en raison directe l'une de l'autre ; ainsi la face palmaire des doigts, douée d'un tact fort délicat, est peu sensible à un choc qui serait très-douloureux à la joue, où le tact est moins développé.

Organe du tact. Le tact a pour siége la peau, dans toute son étendue, et quelques membranes muqueuses. C'est par les papilles nerveuses contenant des corpuscules du tact que l'impression est perçue; aussi la sensibilité tactile d'une région est-elle proportionnée au nombre des papilles nerveuses existant sur ce point.

Par le tact nous percevons simultanément trois impressions distinctes : celle du contact d'un corps extérieur, celle de la pression qu'il exerce sur la peau et celle de sa température relative.

La *sensation de contact* n'est pas également nette et précise dans les diverses régions du corps, et nous ve-

nons d'en donner la raison. Si l'on applique simultanément les deux pointes d'un compas sur la peau, il faudra les écarter plus ou moins, suivant la région mise en expérience, pour que leur contact donne lieu à une sensation unique ou à deux sensations distinctes, et l'on peut arriver ainsi à mesurer la délicatesse du tact sur tel ou tel point du tégument. Il est évident, en effet, que moins le tact sera subtil, plus on devra écarter les pointes du compas pour produire une sensation double. De nombreuses expériences ont permis à E. Weber de classer les régions d'après leur sensibilité dans l'ordre suivant : la pointe de la langue donne une sensation double avec un écartement d'environ $1^{mm},13$; la face palmaire de la phalange unguéale des doigts, $2^{mm},26$; la surface rouge des lèvres et la pulpe de la deuxième phalange, $4^{mm},5$; le bout du nez et la face palmaire de la main près des doigts, $6^{mm},76$; le dos et les bords de la langue, à environ 3 centimètres de la pointe, et la peau des lèvres, 9 millimètres; la paume de la main, la joue et les paupières, $11^{mm},28$; le palais, $13^{mm},53$; la pommette et la plante du pied, près du gros orteil, $15^{mm},79$; le dos de la main près des doigts, 18 millimètres; les gencives, $20^{mm},30$; la partie inférieure du front, $22^{mm},6$; la partie inférieure de l'occiput, $27^{mm},7$; le dos de la main, $31^{mm},1$; le col, au-dessous de la mâchoire, $33^{mm},9$; l'épaule, l'avant-bras et le genou, 40^{mm}, 6; la poitrine au-devant du sternum, 44^{mm} 12 ; les reins, la partie supérieure du dos et du cou, sur la ligne du rachis, $54^{mm},20$; la région moyenne du dos, du cou, du bras et de la cuisse, $66^{mm},18$.

Gratiolet a reconnu, par des expériences souvent répétées, que les distances appréciées par la pulpe des

doigts peuvent être beaucoup moindres. En touchant, sur la pulpe de la dernière phalange du médius, deux points d'une même rangée papillaire, séparés seulement par l'orifice d'un conduit sudoripare, les deux contacts étaient évidemment distingués avec un écartement de $0^{mm},5$.

Les expériences de Valentin prouvent, d'autre part, que la sensibilité tactile varie du simple au double, pour les mêmes régions, chez les différents individus; on ne peut donc accepter les mesures de Weber que comme indiquant la sensibilité relative.

Enfin, on doit à M. Belfield-Lefèvre des expériences qui l'ont amené aux conclusions suivantes : la distance entre deux points de contact est mieux appréciée s'ils sont placés sur une ligne transversale par rapport à l'axe du corps, que si cette ligne est parallèle à l'axe ou longitudinale. D'après Weber, au bout des doigts et à la pointe de la langue la distance est mieux appréciée suivant une ligne longitudinale que sur une ligne transversale. — La distance entre deux points de contact, distinct et simultané, paraît d'autant plus grande que le tact est plus délicat dans la région sur laquelle on agit; elle paraît aussi plus grande quand le contact a lieu successivement dans les deux points, que lorsqu'il a lieu simultanément, et d'autant plus grande que les deux contacts sont séparés par un intervalle de temps plus considérable. — Si les deux points de contact sont séparés par la ligne médiane, la distance entre eux paraît plus grande que s'ils sont placés d'un même côté du corps. — Si l'on touche deux points dont la position est sujette à varier par le déplacement fonctionnel, les deux paupières ou les lèvres, par exemple, la distance paraît

plus grande que si les deux contacts ont lieu sur une seule lèvre ou sur une seule paupière. — Le tact est d'autant plus développé à la surface des membres qu'on s'éloigne davantage du corps.

La sensation du contact varie suivant qu'elle résulte de la simple application d'un corps extérieur à la peau, d'un choc ou d'une succession de chocs répétés à courts intervalles, comme celle que produit la vibration d'un corps. Dans ce dernier cas, la région en contact perçoit un ébranlement en rapport avec l'intensité des vibrations. Ainsi, lorsqu'on applique légèrement à la peau un diapason en vibration, lorsqu'on prend à pleine main pendant qu'elles vibrent, une tige métallique, une tringle en bois, ou que l'on serre entre ses lèvres une anche de basson dans laquelle on souffle, il se produit sur la surface en contact un ébranlement qui varie du choc douloureux au simple chatouillement. C'est encore une sensation du même genre, mais généralisée à tout le corps, que nous éprouvons sous l'influence des vibrations imprimées à l'atmosphère par les explosions de l'artillerie, le bruit du tonnerre ou le son d'une grosse cloche. Le tact nous donne alors une notion du phénomène des ondes sonores qui vont exciter le sens auditif, et nous y trouvons la preuve qu'une même cause agit différemment sur les nerfs spéciaux à tel ou tel sens. En effet, les papilles nerveuses du tact nous transmettent une sensation de mouvement et de choc, le tympan ne perçoit ni chatouillement, ni choc, et l'impression qu'il transmet au nerf auditif n'est pas celle de l'ébranlement vibratoire mais celle du son qui en résulte.

La *sensation de pression* est nettement perçue par le

tact, mais il faut distinguer la pression d'un corps sur le tégument, de la résistance que présente ce corps à l'effort musculaire qui tend à le déplacer. La main étant soutenue par un support, chargez-la d'un poids, et si vous ne faites aucun effort pour le soulever, si les muscles demeurent dans l'inertie, vous éprouverez une sensation de pression dont l'intensité sera jugée avec plus ou moins d'exactitude; mais du moment que vous voudrez apprécier la pesanteur, la sensation deviendra complexe, et vous aurez à la fois l'idée de la pression et celle de l'effort musculaire que vous lui opposerez; une grande attention est même nécessaire pour qu'à votre insu il ne se produise pas dans les muscles de la main une contraction instinctive de résistance au poids qui les charge. On doit aussi tenir compte de l'habitude et de la force relatives des mains. Ainsi, la main droite, généralement plus exercée que la gauche, pourra être moins sensible à la pression et en apprécier moins exactement le degré.

Les régions du tégument où le tact est le plus subtil et qui distinguent le mieux les petites distances entre deux points de contact, sont, d'après M. Belfield-Lefèvre, celles qui jugent le mieux du degré de pression; ainsi, les lèvres, la face palmaire des doigts, la face plantaire des orteils, la peau du front seraient mieux douées à cet égard que le reste du corps. Mais le tact seul ou la pression ne peuvent donner qu'une notion peu exacte de la pesanteur; il faut, pour l'apprécier mieux, pondérer par l'effort musculaire le corps en expérience, et l'inégale aptitude de nos mains, à cet égard, nous est si bien connue, que nous pesons alternativement de l'une et de l'autre, pour obtenir une moyenne, l'objet dont nous

voulons évaluer le poids. On estime que la pression seule ne permet pas d'apprécier une différence de plus d'un huitième entre deux poids et que, par la pondération, nous pouvons apprécier un seizième.

Une autre cause influe sur la sensation de pression, c'est la forme des corps. Lorsqu'un objet s'applique au tégument par une petite surface, la pression paraît plus forte que si elle est répartie sur une plus grande étendue; elle peut même devenir douloureuse si elle a lieu par un point restreint, et tel poids, que nous supportons facilement sur toute la largeur de l'épaule, devient intolérable s'il ne porte que par un de ses angles. Un tronc de cône placé sur le front paraît plus lourd ou plus léger, suivant qu'il y repose par sa petite base ou par la grande. Le soldat et le voyageur savent bien qu'ils ne remplaceraient pas impunément les bretelles de leur sac par des courroies plus étroites ou par des cordes. Est-il besoin de dire que, le poids étant réparti sur une large surface, chacun des points de cette surface ne porte qu'une fraction du poids entier, dont toute la masse pèse au contraire sur un espace restreint ?

Sensation de température. Nous reconnaissons au contact d'un corps si sa température est égale, inférieure ou supérieure à celle du point de la peau qui le touche; en d'autres termes, le tact nous donne une notion de la température relative des corps. Mais il peut se faire que la sensation change en quelques instants, car l'objet en contact avec la peau lui abandonne ou lui emprunte rapidement du calorique, s'il est plus chaud ou plus froid qu'elle, et l'équilibre s'établit

bientôt quand la différence de température est peu considérable.

On comprend aussi que tel corps, sans changer de température, donnera successivement une sensation de froid ou de chaleur, suivant qu'au moment du contact la surface de la peau se sera échauffée ou refroidie; ainsi, lorsqu'on prend un bain dans une eau plus froide que l'air, la température de l'air, qui semblait assez basse au moment d'entrer dans l'eau, paraît s'être élevée quand on en sort quelques minutes après. C'est à la même cause que nous devons de trouver l'atmosphère d'une cave chaude en hiver et froide en été, bien qu'elle puisse n'avoir pas varié.

La sensation est d'autant plus vive que le corps en contact avec la peau est meilleur conducteur du calorique. L'air paraît plus chaud que l'eau, à température égale et peu élevée, parce que, moins bon conducteur du calorique, il en emprunte moins à la peau dans un temps donné. L'air en mouvement, en activant l'évaporation, cause à la surface de la peau, comme chacun sait, une déperdition de calorique très-sensible; aussi l'atmosphère, qui paraît très-froide quand il fait du vent, semble-t-elle s'être réchauffée tout à coup lorsque le vent cesse ou qu'on se trouve abrité.

Au contraire de ce qui a lieu pour la pression, plus la surface en contact est grande et plus la sensation de température est marquée; ainsi, la main entière apprécie mieux qu'un seul doigt la température, et un corps d'une température donnée, appliqué sur une large surface, donnera une sensation de chaleur plus intense qu'un corps plus chaud, mais ne touchant qu'un point restreint de la peau. On conçoit que le tégument

absorbe, dans un même temps, plus de calorique par une surface d'un décimètre carré que par une surface d'un centimètre, et l'impression transmise au cerveau représente moins la température des corps en expérience que la somme du calorique absorbé par tous les points de la surface en contact.

Lorsque l'on touche un corps à une température très-basse, la sensation est identique à celle que produit une température élevée. Le contact d'une boule de mercure gelé cause une sensation de brûlure, comme le ferait une masse de fer chauffée à 100°, et l'on sait que le mercure gèle à la température de — 40° centigrades. Aussi les voyageurs qui explorent les régions polaires doivent-ils envelopper de tissus non conducteurs les parties métalliques de leurs instruments qu'ils ne pourraient impunément toucher à nu.

La peau et les muqueuses n'apprécient pas les différences de température avec une délicatesse égale dans toute leur surface, et les régions les plus sensibles au contact ne sont pas celles où la température se juge le mieux. La face palmaire des doigts, la langue, les lèvres sont moins impressionnables, sous ce rapport, que la peau des joues, des paupières, du coude vers l'olécrâne, et que la membrane pituitaire. Peut-être faut-il attribuer cette insensibilité relative, pour la main et la muqueuse bucale, à l'habitude du contact des corps chauds. La main s'endurcit rapidement à tenir des objets assez chauds pour causer une sensation douloureuse aux personnes qui n'en ont pas pris l'habitude. C'est ce qu'on peut observer dans les laboratoires de chimie, chez les forgerons, etc. Il n'est pas nécessaire, pour cela, que l'épiderme soit épaissi, bien que cette condition

augmente encore l'insensibilité. On remarque de même que les personnes d'un âge mûr, et surtout les vieillards, supportent sans douleur le contact d'aliments trop chauds pour les jeunes gens. Les muqueuses de l'œsophage et de l'estomac sont plus impressionnables, à cet égard, que celle de la bouche; mais quand les aliments ont été maintenus pendant quelques secondes dans l'immobilité, entre le palais et la angue, l'excès de chaleur est absorbé et le bol alimentaire ou le liquide peuvent être impunément avalés.

On voit, d'après ce qui précède, que le sens du tact est un assez mauvais thermomètre. Il suffit très-bien cependant, à nous guider au point de vue de l'hygiène et dans nos rapports avec les objets extérieurs, surtout lorsque nous lui donnons tout son développement par le toucher.

C'est principalement à l'aide de la main que le *toucher* s'exerce. L'organisation de cet instrument admirable, ses nombreuses articulations, la liberté de ses mouvements et leur variété, enfin la sensibilité tactile, si développée à la face palmaire des doigts, lui permettent de nous donner les notions de la forme, de la situation relative des corps, de leur mouvement, de leur résistance et de leur poids, de leur état fluide ou solide, de leur température, etc. La main embrasse les objets et se meut à leur surface, elle suit leurs contours et mesure leur distance et leur étendue, autant que le permet la longueur du levier dont elle forme l'extrémité; avec l'aide de ce levier, elle soulève les corps et apprécie leur poids, leur stabilité, leur élasticité. En les touchant de l'extrémité des doigts, elle reconnaît les détails de la forme et leur valeur relative. Nous

avons vu de quelle importance est pour l'artiste la délicatesse du toucher, elle n'est pas moins précieuse au médecin et lui fournit des indications qu'il ne peut demander aux autres sens. C'est par le toucher qu'il arrive à connaître l'état de la circulation, l'existence d'un liquide dans les tissus, leur consistance normale ou morbide, etc.

Le toucher peut arriver par l'exercice à une extrême délicatesse. On sait que des aveugles peuvent lire assez rapidement en suivant du doigt les caractères imprimés en relief; ils parviennent aussi à exécuter des ouvrages de menuiserie. Saunderson, aveugle dès le berceau et qui fut professeur de mathématiques à l'université de Cambridge, avait acquis une telle perfection dans le toucher, que dans une suite de médailles il put distinguer les pièces authentiques d'avec les fausses, quoique celles-ci eussent été assez bien contrefaites pour tromper un connaisseur qui en jugeait par les yeux. Il sentait à l'impression de l'air sur son visage quand il passait près d'un arbre. On dit qu'un sculpteur aveugle, Jean Gonnelli, pouvait modeler en terre la reproduction exacte d'une statue dont il avait étudié les détails par le toucher; mais il faut, sans doute, considérer cette anecdote comme entachée d'exagération.

Quoi qu'il en soit, dès la plus haute antiquité, le toucher a été, pour les naturalistes, un sujet d'admiration enthousiaste. On l'a considéré comme le plus précis, le plus infaillible des sens, comme pouvant contrôler le témoignage des autres et rectifier leurs erreurs; on l'a mis au premier rang et présenté comme un type dont les autres sens ne seraient que des modifications. Buffon lui-même a dit : « C'est par le toucher

seul que nous pouvons acquérir des connaissances complètes et réelles; c'est ce sens qui rectifie tous les autres sens, dont les effets ne seraient que des illusions et ne produiraient que des erreurs dans notre esprit, si le toucher ne nous apprenait à juger. » Mais Buffon pensait que « la différence qui est entre nos sens ne vient que de la position plus ou moins extérieure des nerfs et de leur quantité plus ou moins grande dans les différentes parties qui constituent les organes; » l'illustre historien de la nature n'avait pas reconnu la spécialité des nerfs sensitifs, et les sensations des couleurs, des odeurs, des saveurs et des sons n'étaient pour lui que des impressions tactiles. Comment croire, cependant, que le tact puisse nous guider dans nos idées sur la couleur des objets, sur le goût, l'odeur et le son? En admettant qu'on puisse faire un rapprochement entre l'excitation de la peau par le contact et celle de la rétine par les ondes lumineuses, il n'en serait pas moins impossible d'établir la moindre analogie entre le tact et la vue, puisque la rétine est insensible au contact et, de même que le nerf optique, ne transmet à l'encéphale aucune impression tactile, mais seulement l'impression lumineuse. Quant aux autres sens, s'il y a contact de l'air en vibration avec le tympan, des corps odorants ou sapides avec la pituitaire ou la langue, le sourd, dont le tympan est sensible au contact d'un corps extérieur, ne perçoit pourtant pas les sons, non plus que l'homme qui a perdu le goût ou l'odorat ne perçoit les saveurs et les odeurs, bien qu'il ressente vivement la présence d'un corps étranger dans le nez ou dans la bouche.

Le toucher ne peut donc remplacer les autres sens,

il rectifie quelquefois leurs impressions, mais sans cesse il a besoin d'être contrôlé et complété dans les sensations qu'il nous donne. S'il contribue à nous faire connaître la forme, c'est l'œil qui nous indique la couleur et souvent précise ou corrige les notions de distance, d'étendue et de forme même : ainsi, le toucher distingue moins facilement que l'œil une sphère d'un ellipsoïde presque sphérique. C'est, d'ailleurs, quand il a été exercé sous le contrôle de la vue que le toucher nous fournit les notions les plus exactes ; car ses données se fondent alors sur celles que nous possédons du temps, du mouvement, de l'espace, de la position normale des corps, etc. Toutefois, dans ces conditions, le sens du tact peut encore être une source d'erreur. En effet, Müller a dit, avec raison, que par le tact nous sentons, non pas l'objet qui nous touche, mais la partie du tégument où le contact a lieu et les impressions qu'elle en reçoit; la notion, par le tact, d'objets extérieurs est donc, en dernière analyse, la possibilité de distinguer les diverses parties de notre corps comme occupant une place différente dans l'espace. Il en résulte que, si les parties de notre corps sont momentanément dans une position anormale, nous nous représentons, néanmoins, les sensations dans l'ordre relatif que les régions d'où elles émanent conservent à l'état normal. Si, par exemple, nous faisons rouler sur elle-même une bille placée entre deux doigts de la même main, nous avons la sensation d'un corps unique touchant ces deux doigts; mais si, croisant les doigts, nous plaçons la bille entre leurs extrémités (fig. 44), la sensation n'est plus celle d'une bille unique, mais de deux billes, dont chacune roulerait en contact avec un des doigts.

La persistance de la sensation est assez durable dans le tact, surtout quand à l'impression tactile se joint celle de la sensibilité générale. Ainsi quand on a porté un fardeau sur l'épaule, quand une région du corps a été soumise à une pression assez forte et prolongée, quelque temps après qu'elle a cessé, il semble encore que le fardeau nous pèse ou que la pression ait lieu; mais les tissus sous jacents à la peau prennent ici part à la sensation comme le tégument lui-même.

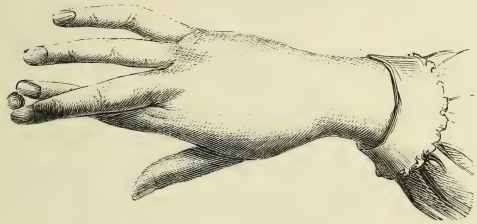


Fig. 44.

L'organe du tact peut être aussi le siége d'impressions subjectives, ou de cause interne, physique ou morale. La vue d'un spectacle saisissant, l'émotion d'un récit déterminent chez quelques personnes une sensation de froid très-marquée, l'idée du frisson peut causer une impression qui s'en rapproche et la crainte du chatouillement suffit pour en amener les effets.

Le tact se modifie sous diverses influences. Le froid, la congestion sanguine résultant d'un exercice violent, diminuent ou suppriment, pour quelque temps, la sensibilité de la peau; certaines professions, en augmentant l'épaisseur de l'épiderme, ôtent de la finesse au toucher;

enfin, l'âge atténue la perspiration cutanée, l'épiderme du vieillard se dessèche et sa peau n'a plus la souplesse et l'élasticité qui rendaient le tact si délicat dans la jeunesse.

Exaltée souvent par la maladie, la sensibilité tactile est quelquefois modifiée, suspendue ou complétement abolie. C'est ce qu'on observe dans l'état d'extase, qui peut survenir ou être provoqué sous l'influence de certaines affections nerveuses. Le charlatanisme a, de nos jours encore, exploité ce phénomène que nous devons nous contenter d'indiquer ici.

CHAPITRE XVI

La voix et la parole. — Organe de la voix; larynx, cavité du larynx, glottes, cordes vocales; le larynx suivant les âges et les sexes. — Physiologie du larynx; mécanisme de la voix; opinions de quelques auteurs sur la formation de la voix : Galien, Fabrice d'Acquapendente, Dodart, Ferrein, Biot, Müller, Savart, Masson, Longet. — Théories fondées sur l'observation à l'aide du laryngoscope. — Formation des sons de sifflet. — Voix; voix parlée, mécanisme des sons articulés, voyelles, consonnes, timbre des voyelles, la langue comme organe de la prononciation. — Chant; voix de poitrine, voix de fausset, voix mixte : théories diverses sur la formation de la voix de fausset : Müller, M. Segond, Longet, M. Fournié, Bataille, M. Mandl. — Timbres de la voix : timbre sombre, timbre clair. — Diapason des voix : basse, baryton, ténor, contralto, mezzo-soprano, soprano. — Ventriloquie.

Le *larynx*, organe de la voix, est une sorte de tuyau cartilagineux, composé de pièces mobiles et articulées entre elles, parfaitement symétrique, évasé et prismatique à sa partie supérieure, qui s'ouvre dans le pharynx, cylindrique à sa partie inférieure, qui se continue avec la trachée-artère. Il est placé à la région antérieure du cou sur la ligne médiane et au-dessous de l'os hyoïde auquel l'unissent des muscles et des ligaments; aussi le larynx suit-il le mouvement de l'os hyoïde et de la langue, s'élevant ou s'abaissant comme elle. Ses mouvements sont en rapport avec la déglutition, avec l'acuïté ou la gravité des sons émis et avec la respiration,

suivant qu'elle est diaphragmatique ou costo-supérieure. (Voy. *Respiration*, page 126.)

Cinq cartilages forment le squelette du larynx, ce sont :

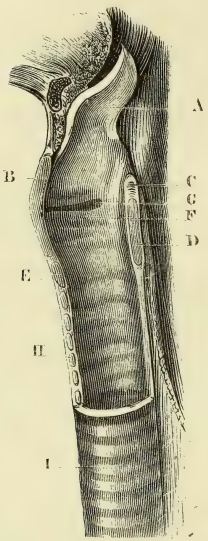


Fig. 45. — Le larynx (coupe sur la ligne médiane).

A Épiglotte en avant de laquelle on voit la coupe de l'os hyoïde et la base de la langue.
B Cartilage thyroïde.
C Cartilage aryténoïde.
D Cartilage cricoïde, partie postérieure.
E Cartilage cricoïde, partie antérieure.
F Corde vocale du côté droit.
G Ventricule du larynx.
H Anneaux de la trachée-artère.
I Trachée-artère.

1° Le cartilage *cricoïde* (*cricos*, anneau), situé à la base de l'organe et qui se rattache en bas au premier anneau de la trachée-artère.

2° Le cartilage *thyroïde* (*thyréos*, bouclier), composé

de deux lames quadrilatères, réunies en avant et sur la ligne médiane. Ce cartilage protége, comme son nom l'indique, l'organe de la voix. Un ligament rattache, en avant, son bord inférieur au cartilage cricoïde avec lequel il s'articule en arrière : sa face antérieure présente, en haut, une saillie anguleuse, échancrée, moins prononcée chez la femme que chez l'homme, où elle fait au-devant du cou cette saillie connue sous le nom de *pomme d'Adam*. Le bord supérieur s'unit par une membrane et des ligaments à l'os *hyoïde*.

3° Les deux cartilages *aryténoïdes* (*arytaina*, entonnoir); ils constituent la paroi postérieure et supérieure du larynx, forment par leur rapprochement en arrière comme un bec d'aiguière, d'où leur est venu leur nom, s'articulent avec le cartilage cricoïde et s'unissent au cartilage thyroïde par des muscles et des ligaments.

4° L'*épiglotte* (*épi*, ajouté à, *glotta*, la langue); c'est une sorte de soupape cartilagineuse, très-élastique, mobile, située un peu au-dessous de la base de langue, tenant au bord supérieur du cartilage thyroïde et ayant pour fonction de couvrir exactement l'ouverture supérieure du larynx pendant la déglutition, de manière à empêcher l'introduction des aliments dans les voies aériennes. Lorsque la langue est fortement portée en avant et que l'on déprime sa base, on peut voir chez quelques personnes le sommet de l'épiglotte.

Des muscles nombreux rattachent le larynx au sternum, à l'os hyoïde et, par ce dernier, à l'omoplate, à la langue et à la mâchoire inférieure; ces muscles dits *extrinsèques* le font mouvoir dans son ensemble. D'autres, que l'on nomme muscles *intrinsèques* du larynx, concourent à former ses parois, modifient ses diamètres

en agissant sur les cartilages et concourent aux fonctions de la glotte. Enfin, des ligaments unissent les cartilages aryténoïdes à l'épiglotte ou au cartilage thyroïde; ces derniers, *ligaments thyro-aryténoïdiens*, forment, avec les muscles du même nom et la muqueuse, les cordes vocales, dont nous allons parler.

La cavité du larynx ou, si l'on veut, sa surface intérieure, n'est pas en rapport avec sa forme et ses dimensions extérieures : cylindrique en bas, elle est prismatique et triangulaire en haut; sa partie inférieure a des dimensions fixes ; la supérieure, au contraire, est variable dans sa forme par la mobilité de l'épiglotte, des cartilages aryténoïdes, etc. Vers le milieu de sa hauteur, la cavité laryngienne présente de chaque côté un repli formé par les muscles thyro-aryténoïdiens, les ligaments inférieurs du même nom et la muqueuse; ce sont comme deux rubans d'un blanc rosé, horizontalement dirigés d'avant en arrière, attachés par leurs extrémités et leur bord externe à la paroi du larynx, libres à leur surface et à leur bord interne; ils laissent entre eux une ouverture linéaire, elliptique ou triangulaire, suivant le moment où on l'observe et suivant qu'on la découvre tout entière ou seulement dans ses deux tiers antérieurs. Cette ouverture donne passage à l'air qui pénètre dans la poitrine ou qui en sort; elle est désignée sous le nom de *glotte;* les replis qui la circonscrivent ont été nommés *cordes vocales* et, plus récemment, *rubans vocaux*. A 8 ou 10 millimètres plus haut, on remarque deux autres replis analogues aux premiers, mais moins saillants; ils sont formés par les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs et désignés sous ce nom ou sous celui de *cordes vocales supérieures* (voy. fig. 45,

page 302); l'espace qu'ils laissent entre eux a été nommé *glotte supérieure;* il est plus large que la glotte proprement dite, et sans rapport de forme avec elle, quand on l'examine à l'aide du laryngoscope. Avant l'invention de cet instrument, le larynx était décrit par les anatomistes comme ils le voyaient à l'amphithéâtre, d'où le nom de glotte supérieure et l'assimilation de cet orifice à celui de la glotte.

Entre les cordes vocales proprement dites et les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs existe de chaque côté un enfoncement, ce sont les *ventricules du larynx;* enfin, un peu au-dessus de ces ligaments est l'*ouverture supérieure du larynx* surmontée, en avant, de l'épiglotte qui s'abaisse sur elle et la recouvre pendant la déglutition. L'espace compris entre la glotte et l'ouverture supérieure du larynx est ce qu'on nomme le *vestibule de la glotte.*

Parmi les auteurs qui ont étudié le larynx avant ces derniers temps, les uns donnent le nom de glotte à toute la région comprise entre le plan des cordes vocales inférieures et celui des cordes vocales supérieures, d'autres à la glotte supérieure, d'autres enfin à la glotte inférieure seulement : cette dernière opinion, communément adoptée depuis Bichat et Boyer, a été confirmée par l'examen laryngoscopique qui démontre l'existence d'une seule glotte et d'une seule paire de cordes vocales.

Les parois du larynx sont tapissées à l'intérieur d'une membrane fibreuse, constituée en partie par du tissu jaune élastique. Cette membrane, qui forme les ligaments thyro-aryténoïdiens et aryténo-épiglottiques, est revêtue dans toute son étendue d'une membrane muqueuse qui, sur le bord libre des cordes vocales, est

mince, transparente, peu adhérente et couverte d'un épithélium différent de celui qu'on trouve sur le reste de sa surface.

Le larynx est peu développé dans la première enfance, et ses dimensions ne diffèrent pas alors dans les deux sexes, non plus que les caractères de la voix. De trois à douze ans l'organe reste encore à peu près stationnaire, mais vers la quatorzième année, chez l'homme, il acquiert des proportions presque doubles et la voix prend le caractère masculin. Cette évolution est rapide et presque achevée en un an; toutefois le larynx n'est complétement développé qu'à vingt-cinq ans. Chez la femme, à l'âge du développement, il augmente environ d'un tiers. Ainsi le larynx de la femme adulte est plus petit que celui de l'homme; la saillie de ses angles est aussi moins prononcée, de même que la glotte est moins grande dans le sexe féminin. Ces différences sont en rapport avec les caractères de timbre, de diapason, de force qui distinguent la voix de l'homme et celle de la femme.

Dans la respiration diaphragmatique, le larynx est immobile; mais quand l'ampliation de la poitrine s'étend jusqu'aux côtes supérieures, au sternum et à la clavicule, deux des muscles extrinsèques du larynx, concourant à l'élévation du sternum, déterminent par leur contraction l'abaissement du larynx, auquel ils se fixent par leur extrémité supérieure. (Voy. *Respiration*, page 126.)

Physiologie du larynx; mécanisme de la voix. Comme la plupart des questions physiologiques, celle de l'émission de la voix, de la phonation (*phonè*, voix), est diversement résolue par les auteurs. Pour expliquer les

fonctions du larynx, on l'a comparé à divers instruments de musique, et Gerdy pensait « qu'il aurait mieux valu s'attacher à montrer que cet instrument de l'homme n'a pas son pareil dans les instruments des arts. » Rien n'est plus vrai, sans doute, et le larynx humain est inimitable dans sa perfection autant qu'admirable dans ses effets; mais, en le rapprochant des machines les plus ingénieuses que l'homme ait construites on ce genre, on fait précisément ce que voulait Gerdy, car c'est là le plus sûr moyen d'établir son évidente supériorité. L'analogie est d'ailleurs incontestable, malgré toute la distance qui sépare un produit mécanique et inerte d'un appareil organique et vivant; enfin, ce n'est qu'en étudiant la formation des sons dans les instruments, que l'on peut, sinon expliquer, du moins chercher à comprendre leur formation dans le larynx.

L'appareil vocal se compose, chez l'homme, des poumons agissant comme soufflet; de la trachée-artère, porte-vent qui conduit l'air des poumons au larynx; du larynx, où se forme le son; du pharynx et des cavités buccale et nasale, qui renforcent les sons et modifient leur timbre.

L'air, chassé par les poumons à travers la glotte, fait vibrer les cordes vocales, et le son est produit; il se renforce en traversant la partie supérieure du larynx, la bouche et les fosses nasales; il acquiert plus ou moins de volume et son timbre varie, suivant que ces cavités sont plus ou moins libres et ouvertes; mais il ne change pas de nature sous le rapport du ton. Si, par exemple, la glotte émet un *ut*, le son de cette note peut être éclatant ou sourd, normal ou nasillard, sui-

vant les conditions où se trouvent les cavités qu'il parcourt; mais le ton ne change pas : c'est toujours un *ut* qui résonne.

Les savants ont émis des opinions diverses sur la formation des sons dans le larynx et sur les fonctions des parties constituantes de l'organe vocal. Ne pouvant développer ici ces opinions, non plus que les nombreuses expériences et les lois physiques qui leur servent de base ou leur sont opposées, nous nous bornerons à en exposer sommairement quelques-unes.

Mais on nous permettra d'abord d'emprunter au *Magasin pittoresque* une anecdote qui résume assez bien ce point de notre sujet.

En 1798, Cuvier, lisant à l'Académie des sciences un travail sur la voix des oiseaux, fit observer que, parmi les physiologistes, les uns considéraient le larynx comme un instrument à cordes, les autres comme un instrument à vent. Un académicien prit la parole et s'éleva contre cette distinction, en affirmant que, pour tout le monde, le larynx était un instrument à vent. — Vous êtes dans l'erreur, s'écria aussitôt un autre membre de l'assemblée, le larynx est un instrument à cordes.

Depuis longtemps, ces deux théories se partagent les savants.

Pour Galien, la glotte est une anche; Fabrice d'Acquapendente, au seizième siècle, donne une remarquable description du larynx, reconnaît la glotte pour l'organe essentiel de la voix, et la compare, dans ses fonctions, à un tuyau à bouche d'orgue. L'air, en se brisant, produit le son, et la glotte est moins ouverte pour les sons aigus que pour les sons graves.

Dodart, à la fin du dix-septième siècle, après avoir

hésité entre la vibration de l'air et celle des cordes vocales, comme origine du son, compare la glotte à l'anche du hautbois. Ce grand physiologiste, en donnant successivement les explications les plus différentes des phénomènes de la phonation, a développé ou entrevu la plupart des théories qui ont été professées depuis.

En 1741, Ferrein assimilait aux cordes d'un violon les cordes vocales mises en vibration par l'air, faisant l'office d'archet.

Biot se refuse à voir dans la glotte rien qui ressemble à une corde vibrante ; les plus simples notions d'acoustique, dit cet illustre physicien, suffisent pour faire rejeter cette étrange opinion. Müller soutient contre Biot, la théorie de Ferrein, et, toutefois, il admet avec Biot. Magendie, Cagniard de la Tour, G. Weber et d'autres savants, que la glotte est une anche à deux lèvres membraneuses vibrant sous l'action de l'air et produisant le son par leurs vibrations.

Savart assimile la glotte de l'homme à un appeau d'oiseleur surmonté d'un tuyau de renforcement; les cavités de l'appeau sont représentées par les ventricules du larynx, les ouvertures par l'intervalle compris entre les cordes vocales. L'air vibre en traversant la glotte inférieure, et vient se diviser en deux nappes contre les cordes vocales supérieures qui jouent le rôle du biseau d'un tuyau d'orgue; l'une de ces deux nappes d'air en vibration fait résonner l'air des ventricules ; l'autre met en vibration l'air du tuyau vocal. Dans cette dernière hypothèse, ce ne sont pas, comme on le voit, les vibrations des cordes vocales, mais celles de l'air qui produisent le son.

La théorie de Savart a été admise, à ce dernier point

de vue, par Longet et Masson. Ces deux savants pensent que le son est produit à l'orifice de la glotte inférieure, de même qu'à l'embouchure des instruments à vent, par l'écoulement périodiquement variable de l'air, qui devient le siége d'un mouvement vibratoire. Les cordes vocales inférieures et les ventricules sont nécessaires à la phonation ; les cordes vocales supérieures doivent être considérées uniquement comme un moyen de perfectionnement en rapport avec la variation et la modulation des sons.

L'épiglotte, que Haller considérait comme sans influence sur la phonation, permettrait, suivant Biot et Magendie, d'enfler le son grave ou aigu, sans que le ton soit changé ; Longet pense qu'elle concourt à l'expulsion de l'air par les fosses nasales dans la production des sons très-aigus, et qu'elle peut contribuer au timbre de la voix.

Le rôle des cavités pharyngiennes, buccales et nasales est aussi diversement apprécié par les auteurs, dans la production et la modification du son. Savart pensait qu'elles réglaient la hauteur des sons vocaux ; on les considère aujourd'hui comme des appareils de renforcement, et c'est à leur résonnance particulière qu'est dû le timbre.

La découverte du laryngoscope, en permettant d'observer l'intérieur du larynx, a fourni des notions précises sur ces fonctions. On a pu constater les changements de forme, les phases de la glotte aux différents âges et pendant l'émission de la voix. L'étude du larynx d'après cette méthode a donné lieu, dans ces dernières années, à des travaux du plus grand intérêt.

M. Fournié considère le larynx comme un instru-

ment à anche membraneuse, et voici quel est, d'après ce savant observateur, le mécanisme de la phonation : les cordes vocales, ou *rubans vocaux*, produisent le son par leur vibration, mais ne vibrent pas dans leur totalité. Fixées en avant et en arrière, au niveau de leur partie libre, elles peuvent bien être écartées par l'air, mais non mises en vibration dans toute leur épaisseur, tandis que la muqueuse, dont leur bord libre est revêtu, et qui n'y adhère que faiblement, s'en détache sous l'influence du passage de l'air, et forme ainsi la partie libre et vibrante de l'anche. Sur ce point seulement du larynx, l'épithélium de la muqueuse est de la même nature que celui des membranes qui, dans l'organisme, sont soumises à des frottements répétés, comme, par exemple, les synoviales des articulations ; de là résulte pour ce tissu délicat la possibilité de résister au frottement de l'air et aux vibrations qu'il y détermine. Dans la phonation, les corde vocales sont tendues à la fois dans leur longueur et dans leur épaisseur. En produisant mécaniquement cette double tension des rubans vocaux sur le larynx d'un cadavre, M. Fournié a pu obtenir toutes les notes comprises entre deux octaves.

Les ventricules du larynx sont ramenés sur eux-mêmes et presque effacés pendant la phonation ; leur fonction paraît être d'humecter d'un liquide muqueux les cordes vocales, et de favoriser leurs mouvements, aussi bien que ceux des parois du vestibule de la glotte.

Les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs adaptent le tuyau formé par le vestibule de la glotte aux sons émis par les cordes vocales. Pendant la phonation,

leurs bords ne sont jamais sur la même ligne que l'ouverture de la glotte : tantôt ils se rapprochent des cordes vocales, tantôt ils s'affacent ou proéminent, au contraire, dans le vestibule de la glotte, de manière à le remplir presque en entier. Dans ses expériences sur le cadavre, M. Fournié a constaté que, si l'on écarte ces ligaments pendant que le larynx émet une note, le son baisse d'un ton ; si l'on écarte seulement un des ligaments, le son baisse seulement d'un demi-ton. Le même résultat s'est produit pour toutes les notes comprises dans une octave.

L'épiglotte s'abaisse et ferme presque l'ouverture supérieure du larynx, dans les sons graves ; elle se relève de plus en plus à mesure que le son devient plus aigu. Le voile du palais, dans les notes graves, laisse passer également le son par les fosses nasales et par la bouche ; à mesure que la voix s'élève, il remonte vers l'orifice postérieur des fosses nasales, de manière à empêcher le retentissement du son dans ces cavités.

Les fosses nasales donnent passage à l'air, quand la disposition du tuyau vocal, pour la formation de certaines lettres, s'oppose plus ou moins à la sortie de l'air par la bouche. L'isthme du gosier et la bouche, sans influence sur la tonalité du son, le complètent et modifient son timbre. La trachée et les bronches, ainsi que le tuyau vocal, résonnent comme une table d'harmonie, dont chaque partie correspond à une des notes de la voix ; enfin, l'intensité du son est en raison directe de la force d'impulsion de l'air, de l'étendue des cordes vocales mises en vibration et de leur tension.

Formation des sons de sifflet. A l'étude de la forma-

tion des sons dans la glotte se rattache celle de la faculté que l'homme possède de produire les sons de sifflet. Cette fonction, beaucoup moins importante, sans doute et moins relevée, est néanmoins fort intéressante pour le physiologiste ; car elle se rapproche évidemment de la phonation dans son mécanisme.

Pour produire le son de sifflet, les lèvres forment une véritable glotte que Dodart a nommée *glotte labiale ;* l'ouverture qu'elles laissent entre elles varie de forme ; presque ronde et à son maximum de largeur dans les sons graves, elle devient elliptique et se réduit à une fente étroite dans les sons aigus ; la langue règle l'intonation en se rapprochant plus ou moins des incisives inférieures qu'elle touche dans les sons aigus et dont elle s'écarte dans les sons graves ; l'espace qui sépare les lèvres des dents incisives diminue ou s'augmente aussi dans les mêmes rapports de son; la langue pique les notes comme dans le jeu de la flûte; les sons graves peuvent être produits en aspirant l'air, de même qu'en soufflant; enfin l'impulsion donnée à l'air par le poumon est d'autant plus forte que le son doit être plus aigu ou plus intense.

Si l'on place entre les lèvres un disque de liége de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, et percé d'une ouverture de 5 millimètres, le son de sifflet se produit à travers cet orifice comme par celui des lèvres, et peut être modulé. Cagniard de la Tour, à qui l'on doit cette expérience, en conclut que le son n'a pas son origine dans les vibrations des lèvres, mais dans celles de l'air qui subit entre leurs parois un frottement intermittent. Longet et Masson assimilent l'appareil du sifflet ordinaire, chez l'homme, à un appeau d'oiseleur et trou-

vent une grande analogie entre la glotte labiale et la glotte laryngienne.

M. Fournié repousse cette théorie; pour lui le son de sifflet est produit par un mécanisme analogue à celui du tuyau à bouche de l'orgue, l'air se brisant sur le biseau que représentent les dents de la mâchoire supérieure. Quelle que soit la doctrine à laquelle on s'arrête, il est certain que les lèvres, ou le disque percé qui les remplace, jouent un rôle important dans la formation des sons du sifflet ordinaire et dans leur modulation, car le sifflet, obtenu sans le secours des lèvres et par une disposition particulière de la langue, se borne à un son unique comme celui du tuyau à bouche. C'est ce qu'on peut remarquer lorsque l'on siffle avec les dents, les lèvres étant écartées, ou lorsque, repliant la langue avec les doigts placés dans la bouche, on obtient des sons de sifflet intenses et très-aigus, mais qui ne peuvent être modulés.

Pour l'appareil siffleur, comme pour l'organe de la voix, dit Longet, la disposition fonctionnelle et ses modifications, en rapport avec les sons qu'il émet, ont lieu par des mouvements soumis à la volonté quoique, pour ainsi dire, instinctifs. Les changements dans l'étendue des orifices et du tuyau buccal, dans la tension des parois de la bouche, l'impulsion de l'air, etc., sont réglés instantanément, de manière à donner tous les tons, et rien dans les instruments de musique n'égale la perfection de cet appareil.

Voix. La voix est un son produit dans le larynx par le passage, à travers la glotte, de l'air chassé par les poumons. Grave et forte chez l'homme, elle est douce et

plus élevée chez la femme : elle varie suivant les âges et se développe en proportion du larynx, comme nous l'avons vu plus haut. Dans l'enfance elle est la même pour les deux sexes, mais pendant l'adolescence elle se modifie. On dit alors que la voix mue. Chez la jeune fille elle s'abaisse d'une ou deux notes dans le haut et devient plus forte. Chez le jeune homme le changement est beaucoup plus marqué. Vers quatorze ou quinze ans la voix perd de sa justesse, elle devient rauque et inégale, les notes hautes ne peuvent plus être émises, tandis que les sons graves apparaissent et que le timbre masculin s'établit. Un an suffit, en général, pour que l'évolution soit complète et que la voix de l'enfant ait fait place à la voix d'homme. L'exercice de la voix, chez les jeunes gens qui chantent, doit être fort modéré, sinon complétement suspendu, pendant la mue.

Voix parlée. La voix se distingue en voix parlée et voix de chant. La première diffère de l'autre à peu près comme les bruits diffèrent des sons musicaux. Dans la parole, les sons, trop courts pour être facilement appréciables, ne sont pas séparés comme ceux du chant par des intervalles fixes et réguliers ; ils s'enchaînent, en général, par transitions insensibles, n'ont pas entre eux les rapports déterminés par la gamme et ne peuvent être notés que difficilement. Ce qui montre que le peu de durée des sons parlés les distingue surtout des sons chantés, c'est que, si l'on prolonge l'intonation sur une syllabe, si on la parle comme une note tenue, le son musical devient évident. De même, si l'on prononce toutes les syllabes d'une phrase sur le même ton, la voix parlée se rapproche beaucoup de la psalmodie.

Chacun a pu faire cette remarque en entendant un écolier lire ou réciter d'un ton monotone, et l'analogie devient complète quand les deux ou trois dernières syllabes sont prononcées sur un ton différent. La voix parlée est d'ailleurs toujours un chant plus ou moins marqué, suivant les individus et le sentiment qu'expriment les paroles. L'accentuation particulière à certaines langues donne aussi à la parole le caractère du chant; pour une oreille française, un prédicateur italien semble toujours chanter. C'est encore un chant que ces inflexions de la voix qui expriment tous nos sentiments, toutes nos passions et varient comme la pensée; elles s'étendent, du faible murmure que l'oreille distingue à peine, aux cris déchirants de la douleur; affectueuses, sympathiques, impérieuses, hostiles, elles nous charment ou nous irritent, mais nous émeuvent toujours. On raconte que Grétry s'amusait à noter aussi exactement que possible le *bonjour*, *monsieur* des gens qui lui faisaient visite, et ces deux mots peuvent, en effet, exprimer par leur intonation les sentiments les plus opposés, malgré l'identité constante du sens littéral. Le comédien Baron émouvait jusqu'aux larmes son auditoire en récitant les vers de la chanson : *Si le roi m'avait donné Paris, sa grand'ville.*

Mécanisme des sons articulés. Les auteurs expliquent de différentes manières la prononciation des lettres, c'est-à-dire le mécanisme des sons articulés. Grammairiens ou physiologistes, ils ont classé les lettres suivant les parties de l'appareil vocal qui concourent à leur prononciation et les ont distinguées en labiales, dentales, gutturales, etc. La division des signes de l'alpha-

bet en *voyelles* et en *consonnes* exprime, en outre, l'idée que l'on s'est toujours faite des voyelles, comme résultant d'une voix, d'un son, et des consonnes comme ne résonnant pas par elles-mêmes et ne donnant un son qu'à l'aide de la voyelle qui leur est associée. Les consonnes ne font, en effet, pas même un bruit, un murmure; mais elles donnent au son-voyelle un caractère particulier. On trouve dans le jeu des instruments quelque chose d'analogue à cette fonction de la consonne. Une corde de violon que l'on pince, une cloche que l'on frappe d'un marteau, font entendre un son que nous imitons avec la voix en le faisant précéder d'un *t* ou d'un *d : tinn*, *dinn ;* si l'on fait vibrer la corde ou la cloche à l'aide d'un archet, le son reproduit par l'organe vocal est précédé des lettres *cr*, d'où l'onomatopée ironique de crincrin. Le marteau, l'archet sont des consonnes, la note du violon ou de la cloche est la voyelle.

M. Helmholtz a démontré, comme nous l'avons dit en parlant de l'ouïe, que les harmoniques déterminent le *timbre* des sons. Il a pu décomposer, à l'aide d'instruments ingénieux, les sons qui produisent en nous une sensation unique et qui nous paraissent *simples*, bien qu'ils soient *composés* de sons élémentaires plus ou moins nombreux. Cette analyse lui a permis de poser les lois suivant lesquelles se constitue le timbre des sons émis par la glotte et qui, dans le tuyau vocal, résonnent sous forme de voyelles. Parmi les sons élémentaires qui composent le son émis par la glotte, le tuyau vocal en renforce un de préférence et c'est celui-là qui donne à la voyelle son timbre particulier. Pour chaque voyelle le tuyau vocal se dispose d'une manière spéciale; il s'allonge ou se raccourcit, se dilate ou se con-

tracte, et se met, en un mot, dans les conditions essentielles au renforcement du son qui détermine le timbre. Chaque voyelle est donc caractérisée par une note, mais il est à remarquer, en outre, que chacune a, pour certaines notes, une affinité particulière; il est quelquefois difficile ou même impossible de donner telle ou telle note sur une autre voyelle que celle qui lui correspond; aussi les chanteurs sont-ils entraînés à substituer une voyelle à une autre.

En étudiant, pour les différents timbres de la voix et notamment pour les voyelles, le siége de la résonnance du son dans le tuyau buccal et les parties qui concourent à cette résonnance, M. Fournié a donné une classification des lettres qu'il s'est attaché à rendre plus précise et plus anatomique que celles de ses devanciers. La langue, les dents, les lèvres, l'isthme du gosier sont les parties auxquelles on rapporte la plupart des lettres. M. Fournié y ajoute le palais pour plusieurs d'entre elles, et, la glotte pour l'*h*, qui, jusqu'à présent, s'était contentée d'être gutturale. On conçoit que, dans l'étude des voyelles, le laryngoscope ait été un moyen précieux d'investigation.

Le mode de formation des voyelles diffère de celui des consonnes en ce point surtout que les parties qui concourent à la formation des voyelles doivent être immobiles pendant le temps que dure l'émission de la voyelle, tandis que l'articulation des consonnes a lieu par un mouvement des parties essentielles à leur formation. Ainsi le *p* s'articule par l'écartement brusque des lèvres préalablement rapprochées; de même, pour les autres consonnes, il s'opère un mouvement quelconque, et ce mouvement concorde avec la disposition né-

cessaire à l'émission de la voyelle qui précède ou suit la consonne.

De toutes les parties qui servent à l'articulation des sons, la langue est celle qui paraît jouer le principal rôle; aussi a-t-elle donné son nom à l'ensemble des modulations de la voix qui constitue le langage. L'observation a démontré, cependant, que la langue peut être diminuée de beaucoup dans son volume, ou même n'exister qu'à l'état rudimentaire, sans que la parole devienne impossible.

De Jussieu a vu à Lisbonne une fille âgée de quinze ans, née sans langue et parlant si distinctement qu'on ne pouvait soupçonner l'absence de cet organe.

Les *Transactions de la Société royale de Londres* (année 1742) contiennent le rapport d'une commission chargée par la Société d'étudier un cas du même genre. Il s'agissait d'une femme chez qui n'existait aucun vestige de la langue et qui, cependant, buvait, mangeait, parlait aussi distinctement qu'une autre personne et articulait les mots en chantant, comme tout le monde. On a vu dans d'autres cas des individus, ayant perdu par accident ou par maladie une partie de la langue, parvenir à parler de nouveau après un temps plus ou moins long.

Chant. On reconnaît généralement dans la voix de chant deux séries de sons, dont l'une comprend les notes graves et de moyenne acuïté, l'autre les notes aiguës : c'est ce qu'on nomme les *registres* de la voix; l'un est le *registre* ou *voix de poitrine*, l'autre le *registre* ou *voix de tête* ou de *fausset*. Quelques auteurs admettent une *voix mixte*, qui se rapproche de la voix de poitrine

diminuée, pour le timbre et pour les dispositions de la glotte dans ces deux voix.

Nous avons indiqué plus haut les principales théories physiologiques sur la formation de la voix en général. Pour la voix de fausset, la divergence des opinions n'est pas moins grande. Suivant Müller, cette voix résulte de la vibration du bord seulement des cordes vocales; d'autres auteurs admettent que la glotte ne vibre plus alors comme une anche, mais comme une embouchure de flûte. M. Segond fait naître la voix de fausset dans la glotte supérieure exclusivement, c'est-à-dire par la vibration des ligaments thyro-arythénoïdiens supérieurs, opinion réfutée par les expériences de Longet. Enfin, Weber et Longet attribuent l'origine des sons de fausset aux harmoniques des cordes vocales.

Le laryngoscope a permis d'étudier la glotte dans l'émission des notes de poitrine et même des notes de fausset; mais les observateurs ne s'accordent pas sur les phénomènes qu'ils ont vus se produire pendant cet examen.

Suivant M. Fournié, la voix de poitrine, la voix de fausset et la voix mixte résultent de la vibration du repli muqueux qui revêt le bord libre des cordes vocales. Dans la voix de poitrine, le larynx est situé très-bas, les cordes vocales sont horizontales et tendues simultanément en longueur et en épaisseur, les ligaments thyro-aryténoïdiens supérieurs font saillie et masquent en partie le bord externe des cordes vocales, l'épiglotte est légèrement inclinée sur l'ouverture du larynx, le diamètre transverse de la glotte est très-petit et linéaire, les bords des cordes vocales sont très-épais et rigides. A mesure que le ton s'élève, le larynx remonte, l'épi-

glotte se redresse peu à peu, le plan des cordes vocales s'incline ; l'orifice de la glotte se ferme progressivement d'arrière en avant et, par conséquent, les parties vibrantes diminuent de longueur, mais en même temps leur tension augmente.

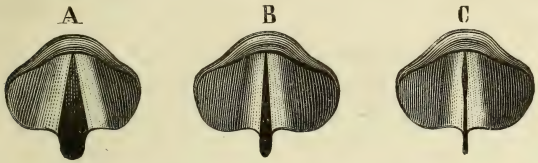


Fig. 46. — La glotte et les cordes vocales.

A B La glotte dans la voix de poitrine.
C La glotte dans la voix de fausset.

Dans la voix de fausset, le larynx, porté en haut et en arrière, s'applique à la colonne vertébrale, le voile du palais se relève et ses piliers postérieurs se rapprochent, les ventricules du larynx sont effacés, les cordes vocales se laissent voir dans toute leur étendue et leurs bords sont en contact dans la moitié au moins de leur longueur. La glotte est donc fermée en arrière et son orifice, beaucoup plus petit que pendant l'émission des notes de poitrine, diminue progressivement à mesure que le son devient plus aigu.

Dans la voix mixte, la glotte est ouverte dans toute sa longueur et son diamètre transversal est plus grand que pour les autres registres.

Suivant Battaille, dans la voix de poitrine les cordes vocales vibrent dans toute leur étendue, l'ouverture de la glotte est rectiligne, la tension des parois du vestibule de la glotte est moins forte et celle des cordes

vocales est plus forte, au contraire, que pour la voix de fausset. Dans la voix de fausset, Battaille dit que l'on voit les cartilages aryténoïdes s'accoler, par une sorte de renversement, dans les deux tiers supérieurs de leurs faces internes, la glotte étant alors de forme ellipsoïde et plus ouverte en arrière que pour la voix de poitrine.

Il est à remarquer que cette forme de la glotte, attribuée par l'éminent artiste à la voix de fausset, est précisément celle que M. Fournié a vue se présenter dans la voix mixte, qui exige moins d'efforts.

Battaille est le seul auteur qui signale l'accolement des cartilages aryténoïdes par leur face interne ; les autres observateurs admettent seulement qu'ils se rapprochent par leurs bords, de manière à fermer l'échancrure qui les sépare en arrière, et déterminent l'affrontement simultané des cordes vocales dans une partie de leur étendue.

M. Mandl a bien voulu nous communiquer, sur ce sujet, le résultat de ses nombreuses observations : dans la voix de poitrine, les cartilages aryténoïdes sont séparés en arrière ; dans la voix de fausset, *à l'état normal*, ils se rapprochent et s'accolent par leur bord postérieur, ce qui détermine, comme l'a dit M. Fournié, l'affrontement des cordes vocales en arrière, tandis qu'elles restent séparées en avant par la fente de la glotte, devenue elliptique et beaucoup moins longue ; mais on observe chez certaines personnes quelque chose d'analogue à l'adossement des cartilages aryténoïdes, que Battaille a décrit, et qui tient à un *état anormal* du larynx. En effet, quand un des aryténoïdes, ankylosé dans son point d'union avec le cartilage cricoïde,

ne peut se mouvoir à la rencontre de son congénère, celui-ci supplée à l'immobilité de l'autre et le recouvre par une sorte de chevauchement.

Timbres. Outre le timbre particulier à chaque individu, la voix peut en présenter plusieurs, dont les uns. comme la pureté, sont dus à une disposition parfaite de tout l'appareil vocal, et d'autres, comme les timbre rauque, guttural et nasal, proviennent soit de l'impéritie du chanteur, soit d'une altération de l'organe. Mais il est deux formes de voix remarquables en ce qu'elles peuvent se produire au gré de l'artiste. Ce sont la *voix sombrée* ou *timbre sombre*, et la *voix blanche* ou *timbre clair*. Leurs noms indiquent leur nature. Dans le timbre sombre, le son est plus rond, plus velouté, et se rapproche moins du son d'anche ; la prononciation des lettres est moins nettement accusée, et les voyelles bruyantes, comme l'*a* et l'*e*, inclinent au timbre de *o* et de *eu*. Dans le timbre clair, le son est éclatant. il a quelque chose de criard et est moins agréable à l'oreille. Le timbre clair est plus habituel aux peuples du nord de l'Europe, tandis que la voix sombrée est ordinairement adoptée par les chanteurs du Midi.

On admet généralement que la voix sombrée a pour cause principale l'immobilité du larynx dans une situation aussi basse que possible, c'est en effet dans cette position du larynx que l'on chante communément en timbre sombre ; toutefois, M. Segond a vu la voix sombrée se produire, le larynx étant aussi haut que possible. Cette voix paraît dépendre surtout du rétrécissement de l'orifice buccal et de l'isthme du gosier, coïncidant avec une dilatation aussi grande que possible

de la bouche, disposition qui assourdit et voile le retentissement du son dans les cavités du pharynx et du tuyau vocal. Lorsqu'en chantant la lettre *a*, la bouche largement ouverte, on rapproche peu à peu les lèvres en les pinçant et sans les allonger, le son passe du timbre clair au timbre sombre, et la voyelle *a* tend à résonner comme *o*. Ce mouvement des lèvres était très-sensible chez Giulia Grisi dans certaines notes élevées, et le timbre admirable de sa voix ne pouvait lui faire pardonner d'altérer ainsi des traits dignes du pinceau de Raphaël.

Diapason des voix. On divise les voix d'hommes en *basse*, *baryton* ou basse chantante, et *ténor*. Les voix de femmes sont le *contralto*, qui correspond au baryton, le *mezzo-soprano* et le *soprano*. Les limites extrêmes de ces voix sont, pour la basse le *sol*, au-dessous de l'ut_1, pour le soprano, le fa_5 ou *fa* suraigu de l'avant-dernière octave du piano. Mozart entendit à Parme une cantatrice qui donnait l'ut_6. Les voix ordinaires ne dépassent par deux octaves, mais des artistes célèbres ont possédé trois octaves et même trois octaves et demie.

L'étendue prodigieuse d'une pareille voix n'est heureusement pas nécessaire pour tenir sous un charme indicible le véritable amateur. L'artiste est toujours sûr de son triomphe quand, à la justesse de l'intonation, il joint un timbre sympathique et le sentiment, si rare, qui ne lui permet pas de sacrifier l'expression et le caractère de la musique au désir de briller.

La musique instrumentale est, pour nous, une cause d'émotions profondes. Le violon de Baillot, l'orchestre du Conservatoire nous transportent, mais rien n'égale

l'impression que produit une belle voix ; aucun instrument ne peut prétendre à ces sons veloutés ou mordants, passionnés ou exprimant la sérénité la plus pure, aucun n'a cette variété de timbres, ces accents qui nous fascinent et nous plongent dans l'extase. Les instruments et leurs voix sont un prodige de l'art, mais la voix humaine est le son vivant, comme le regard est la lumière animée.

Ventriloquie. Quand on a créé le mot de ventriloque, on croyait évidemment à une voix produite par un organe autre que le larynx. Tout le monde sait aujourd'hui que ce qu'on a nommé l'art du ventriloque consiste à dissimuler l'origine et la nature de la voix. Le ventriloque parle les lèvres presque fermées, il sait modifier le timbre des sons de manière à imiter la voix d'un enfant, d'une femme, à faire croire que sa voix sort d'une cheminée ou d'une cave, qu'elle vient de loin, du ciel ou des entrailles de la terre. Au siècle dernier, l'Académie des sciences nomma une commission pour étudier les phénomènes de la ventriloquie sur un homme très-habile en ce genre, mais de bonne foi et qui ne faisait pas mystère de son secret. C'est surtout à l'incertitude de la direction des sons et aux erreurs faciles de l'organe de l'ouïe que les ventriloques doivent leurs succès. Ils ont pu tromper des gens ignorants et crédules ; mais, de nos jours, ils se contentent d'amuser leur auditoire et ils y réussissent.

CHAPITRE XVII

La physionomie ; étude de la physionomie dans les œuvres d'art.— Mouvements d'expression, leur siége. — Coloration de la peau, pâleur, rougeur. — Expression des muscles ; effort, muscles de la face.— Physionomie des sens. — Expression des yeux, vision facile ou difficile, cécité. — Expression dans l'audition facile ou difficile, audition d'un orateur, audition musicale. — Expressions de l'odorat et du goût. — Expressions relatives au toucher.

La physionomie, que l'on considère généralement comme l'expression des traits du visage, n'est cependant pas si limitée dans ses éléments. L'attitude, le repos ou l'activité, la plénitude ou la gracilité des formes, leurs proportions, leur relief puissant ou gracieux, enfin la santé ou la maladie, ont dans l'ensemble des lignes une signification qui vient compléter celle de la face. La physionomie est donc l'expression que donnent au corps sa forme et ses mouvements.

Dans les cariatides du temple d'Érechthée, vous admirez le calme, la grandeur de ces figures aux draperies majestueuses, aux lignes simples et graves, supportant, sans effort, le marbre qui semble ne pas peser sur elles. Voyez à Toulon les cariatides de Puget ; quel déploiement de force dans ces muscles violemment contractés, dans ces bras qui cherchent à soulager la

tête du fardeau sous lequel tout le corps se roidit et va succomber.

Comparez un Silène à l'Hercule Farnèse; chez le vieil ami de Bacchus, les formes sont obèses, lourdes, flasques, c'est l'abjection de l'ivresse; des muscles puissants, la stabilité et la fierté de l'attitude, le geste noble, vous font reconnaître le dompteur des monstres et des vices. La Diane chasseresse, au pas sûr et rapide, est l'ennemie de la paresse et du repos, son allure est sévère et les passions humaines n'ont jamais fait battre sa poitrine virginale. La Vénus Anadyomène, gracieuse, craintive, incertaine dans sa démarche, tient beaucoup plus de la faible humanité.

C'est à ce profond sentiment de la physionomie chez les grands artistes, que nous devons d'être si vivement émus à la vue de leurs chefs-d'œuvre, et les anciens ne méritent pas, suivant nous, le reproche qu'on leur adresse communément sur le peu d'expression des têtes.

Les Grecs, pour qui la statuaire était surtout un art monumental, donnèrent à leurs figures le calme et la dignité des dieux, bien plutôt que les passions humaines; aussi le mouvement était sobre, la ligne simple et l'expression des têtes en harmonie avec celle des corps; mais quand ils abordaient un sujet dramatique, nous pouvons juger, d'après le peu d'œuvres qui nous restent, s'ils étaient moins admirables dans ce genre.

Ils se gardaient sans doute de faire grimacer leurs statues, c'était dans le mouvement surtout qu'ils plaçaient l'expression; mais le courroux dédaigneux ne se lit-il pas sur cette lèvre d'Apollon, la fierté n'est-elle pas empreinte dans les traits de la Vénus de Milo, l'at-

tention insoucieuse du danger dans les yeux du Gladiateur, l'affection, presque l'amour paternel, dans cette tête bonne et spirituelle du Faune à l'Enfant, la douleur d'une mère dans la Niobé, la souffrance et la prière dans le regard du Laocoon? Les sculpteurs de la Renaissance s'imposaient la même règle avant que les œuvres de l'antiquité leur fussent révélées. Nous la voyons également suivie par les peintres, quoiqu'elle soit moins sévère pour eux et qu'elle doive se prêter à plus de détails dans un art plus rapproché de la nature vivante.

Les artistes trouvent dans l'anatomie physiologique d'utiles enseignements et des données précises sur la physionomie, mais c'est avec raison qu'ils s'abstiennent d'en faire une application rigoureuse et servile, car s'il importe au médecin de connaître exactement les fonctions de tel muscle, le statuaire et le peintre doivent se borner à l'expression vraie, mais non réaliste, que détermine sa contraction. Allez plus loin, ce qui est facile du reste, et vous arrivez à cette vérité repoussante que certains maîtres de l'école espagnole n'ont pas craint d'aborder. Saisie sur nature par la photographie, l'expression physiologique appartient à la science, elle lui est précieuse, mais, en la voyant, l'artiste se souvient que, comme le poëte, il doit indiquer seulement et laisser deviner ce qu'il ne peut mettre en scène sans révolter le spectateur.

Les mouvements d'où résulte la physionomie s'accordent toujours, et c'est à leur ensemble, à leur concordance qu'est due notre impression. La moindre négligence à cet égard nous choque dans un tableau, comme une fausse note dans l'orchestre; tandis que

notre admiration est sans mélange pour l'œuvre d'art où rien n'est oublié.

Lethière peint Brutus assistant au supplice de ses fils. Le visage, l'attitude du consul n'expriment qu'une impitoyable sévérité, les plis de la toge sont irréprochables, mais les mains contractées laissent deviner les angoisses du père sous l'inflexibilité du juge.

David nous représente Brutus au moment où l'on rapporte les corps de ses fils. La tête est violente d'expression, les pieds, la main gauche, tout le corps sont contractés avec force, la main droite seule est nonchalamment fléchie et ne prend aucune part à cet état convulsif.

Mouvements d'expression. Dans son traité *de la Physionomie*, Gratiolet comprend sous le nom de mouvements d'expression, les modifications de forme, de couleur, etc , qui se manifestent à l'extérieur du corps, sous l'influence des causes les plus diverses. Ces mouvements sont *directs*, *sympathiques* ou *symboliques*.

Quand on regarde un objet, l'action des yeux et l'animation qu'ils donnent à la physionomie sont des *mouvements directs;* mais, si l'on regarde avec attention, le corps, prenant part à l'action des yeux, se penche en avant et semble vouloir se porter dans la direction de l'objet observé, ce sont là des *mouvements sympathiques;* enfin, la pensée d'un froid glacial nous donne le frisson, *mouvement symbolique.*

Les membres, le tronc et la tête, c'est-à-dire les gestes et les attitudes, contribuent singulièrement, comme nous venons de le dire, à compléter la physionomie;

les cavités, au contraire, n'y prennent aucune part et les mouvements d'expression ont pour siége la peau, les muscles et les yeux.

Coloration des téguments. La peau, surtout à la face, prend les teintes les plus variées, du rouge violacé à la pâleur livide, sous l'influence de causes physiques ou morales, qui activent ou ralentissent la circulation du sang; mais à la coloration du visage se joignent les mouvements musculaires et l'expression des yeux, qui lui donnent une signification déterminée.

Chez l'homme affaibli, les mouvements du cœur sont ralentis ou, quelquefois, précipités comme si l'organe voulait suppléer par le nombre de ses battements à l'énergie qui leur manque; le sang n'arrive pas aux téguments en quantité suffisante et la face est pâle, mais l'alanguissement des formes et du regard dénote la cause de cette pâleur.

Le froid amène la rétraction des tissus, la circulation se ralentit à la surface du corps, les traits semblent amaigris, les lèvres, le nez, les joues prennent une teinte livide et plombée, des frissons agitent quelquefois les membres et la mâchoire inférieure; à la face, comme sur tout le corps, les téguments sont le siége d'une constriction douloureuse, mais les yeux n'expriment que la souffrance, et quand un assassin lui reproche d'avoir peur, Bailly répond : « Mon ami, j'ai froid. »

Un exercice violent, la joie, la confusion, la fureur activent les mouvements du cœur et précipitent le cours du sang dans les téguments détendus, ou cédant à la force d'impulsion du liquide; mais la bouche ouverte,

les narines dilatées, la poitrine haletante, la respiration forte et rapide, exprimant, aussi bien que les traits, une agitation purement physique, ne permettent pas d'attribuer à une cause morale la rougeur qui suit l'effort musculaire. La sérénité, l'expansion des traits, le sourire, l'éclat du regard et le bonheur qu'il exprime, quand le visage s'empourpre de joie, n'ont rien de commun avec les yeux baissés, les lèvres tremblantes, l'affaissement musculaire et l'embarras du maintien chez l'homme qui rougit de confusion. Vous reconnaîtrez facilement aussi les yeux hagards et provocateurs, les sourcils froncés, les lèvres serrées, tous les muscles contractés violemment ou convulsivement agités de l'homme en proie à la colère et chez qui, par un mouvement de réaction, le sang, ralenti d'abord dans sa course, injecte avec force les téguments.

On voit par ce peu d'exemples que si la coloration de la peau, variable sous l'influence des causes les plus diverses, est un élément important de la physionomie, elle n'a cependant qu'une signification douteuse et qui doit être complétée par l'expression d'ensemble des traits ou du corps.

Expression des muscles. L'action des muscles et les mouvements qui en résultent ont, au contraire, un caractère spécial soit dans leur ensemble, soit isolément, pour certains muscles de la face. Dans l'effort, ces mouvements embrassent la presque totalité du système musculaire et l'expression qui en résulte est des plus caractérisées. Reproduite par les arts plastiques, elle impressionne toujours vivement le spectateur, qui éprouve une sorte de contraction sympathique, mais

bientôt elle fatigue et agace comme toutes les attitudes instables.

Les muscles de la face déterminent par leur contraction isolée ou associée des expressions diverses et répondent à tous les sentiments simples ou complexes. Ainsi, le frontal relève le sourcil dans l'attention et l'admiration ou l'étonnement, le sourcilier fronce le sourcil dans la souffrance, le grand zygomatique relève la commissure des lèvres dans le rire, le triangulaire des lèvres l'abaisse chez l'homme qui pleure; d'autres muscles concourent à exprimer l'agression, la frayeur, la colère, l'ironie, etc.; enfin, les moindres phases de nos sentiments sont modelées sur le visage par les contractions légères ou énergiques de muscles intimement unis aux téguments qu'ils entraînent, rident ou distendent. Un éminent physiologiste, M. Duchenne (de Boulogne) a précisé l'action de ces muscles dans les mouvements expressifs. Mais, si quelques-uns peuvent jouer dans la mimique du visage un rôle isolé, d'autres muscles prennent toujours part au mouvement, quand le sentiment ou la sensation acquièrent une certaine vivacité; ainsi le sourcilier peut exprimer à lui seul un certain degré de souffrance, mais quand la douleur est vive, les paupières qui se rapprochent, les narines qui se dilatent et d'autres signes encore prouvent l'action simultanée, la synergie de muscles différents. Pour le physiologiste et le médecin, des données rigoureusement exactes, à cet égard, ont la plus grande importance, elles en ont moins, nous l'avons déjà dit, pour l'artiste qui doit modeler, non pas seulement le muscle, mais l'ensemble des parties, plus ou moins éloignées, auxquelles s'étend son action. S'il doit connaître l'a-

natomie et les fonctions des muscles pour reproduire exactement leurs saillies dans les mouvements du corps et des membres, c'est bien plutôt l'étude du modèle vivant qui le guide, lorsqu'il s'agit de rendre l'expression des traits et, s'il échoue dans ce travail, c'est moins par ignorance de l'anatomie que par défaut de sentiment ou par impuissance.

On doit remarquer aussi combien les appréciationss varient au sujet des œuvres d'art. Chacun apporte dans leur examen la préoccupation de ses études, et, si le savant peut faire à bon droit certaines critiques, quelquefois aussi, dans ses jugements, le sentiment artistique est remplacé par les formules rigoureuses et les notions précises de la science; il n'admet pas que le peintre doive redouter d'être vrai comme un trompe-l'œil et que le sentiment profond de l'artiste doive être complété, dans son expression, par celui du spectateur; enfin, le savant peut être un homme de génie et manquer tout à fait de sens artistique. Gratiolet, cet esprit si fin et si élevé, ne voyait dans la *Création* de Raphaël qu'une « œuvre déplorable... un vieillard furieux poussant du pied et des mains pour séparer deux épaisses nuées... » L'homme qui appréciait en ces termes un des plus admirables chefs-d'œuvre de l'art était un savant de premier ordre, un grand physiologiste, et il a laissé, précisément sur la physionomie, un travail où l'on trouve l'observation la plus profonde et les aperçus les plus délicats.

Physionomie des sens. Plus la pensée domine le monde matériel et s'en éloigne, plus l'expression de la physionomie s'élève. La prière, la foi transportent

l'homme dans un ordre d'idées purement intellectuelles et donnent à ses traits un caractère auquel les sens n'ont point de part. La résignation se rattache déjà aux affections terrestres, il s'y mêle un élément de douleur, morale ou physique, mais toujours exprimée par les traits de la souffrance. Au récit d'une action déshonorante, l'indignation prend une nuance de dégoût et l'impression morale semble affecter nos organes comme le ferait une impression matérielle.

Cette action indirecte et comme au figuré des sens sur la physionomie se mêle sans cesse à des mouvements d'un autre ordre et se traduit souvent avec autant d'énergie que les sensations réelles. Pour celles-ci, lorsqu'elles sont vives, elles dominent l'expression presque aussi complétement que les passions les plus violentes et peuvent, comme elles, imprimer aux traits le cachet d'une infirmité, d'un défaut ou d'un vice.

Nos sens, comme nous l'avons dit plus haut, sont unis par des rapports continuels de fonctions sympathiques ou complémentaires; ainsi la vue et le toucher, la vue et l'ouïe, le goût et l'odorat se contrôlent ou se complètent fréquemment par leur action simultanée, souvent même tous nos sens à la fois sont en jeu. Cette coïncidence des sensations reflétées par la physionomie est une source d'expressions variées et complexes, autant que peuvent l'être les impressions nerveuses transmises au cerveau, et, pour décrire la physionomie d'un sens, il faudrait presque relever tous les traits de chacun des autres.

L'*œil*, plus que tout autre organe des sens, donne à la physionomie l'expression d'intelligence et traduit la pensée. C'est par les yeux surtout que les passions se

révèlent, que la joie ou la douleur, le courage ou la crainte, l'affection, la haine, l'envie, la franchise ou la duplicité se peignent sur le visage ; aussi dit-on, des sentiments d'un homme, qu'on les lit dans ses yeux.

Les mouvements du globe de l'œil, sa fixité, la contraction ou la dilatation des pupilles varient à l'infini l'expression du visage et donnent à l'ensemble des traits une signification déterminée; mais à ce langage mimique du globe oculaire, celui des paupières apporte un complément important et souvent décisif.

Quand la vision est facile, les traits expriment l'attention sans efforts, le visage est calme, les paupières modérément écartées découvrent le globe de l'œil qui se fixe sur l'objet en vue, le suit dans l'espace et fonctionne alors, comme tous les organes à l'état normal, sans que, pour ainsi dire, on en ait conscience; s'agit-il, au contraire, de distinguer un objet qu'on aperçoit difficilement, les paupières se rapprochent, on cligne l'œil, l'immobilité du corps, la respiration suspendue dénotent une attention plus marquée, le haut du visage se contracte, les traits prennent une expression pénible et qui donne quelquefois au regard des myopes un caractère désobligeant.

La figure de l'aveugle est rarement empreinte de tristesse, mais l'immobilité des traits qui s'animeraient dans la vision a quelque chose de morne et produit un contraste douloureux.

Dans l'*audition*, l'attention est aussi plus ou moins caractérisée. S'il faut distinguer un bruit lointain ou apprécier un son, la tête s'incline et se tourne de manière à présenter, dans la direction du son, le pavillon de l'oreille; en même temps les yeux sont fixes et plus ou

moins clignés. Le mouvement des lèvres de son interlocuteur est, pour le sourd, un moyen habituel de suppléer à l'insuffisance de l'ouïe; aussi les yeux et la tête entière, par sa pose, ont alors une expression d'attention pénible et toute particulière. En voyant le portrait de la Condamine, on reconnaissait, dit-on, que c'était celui d'un sourd. Même quand l'audition est facile, les yeux fonctionnent quelquefois comme auxiliaires de l'ouïe; pour bien entendre un orateur, il faut qu'on le voie, le geste et l'expression de la physionomie semblent ajouter à la clarté des paroles, et la leçon d'un professeur ne peut être bien suivie, si quelque obstacle s'interpose entre lui et les yeux de l'élève qui l'écoute.

Le ravissement, une sorte d'ivresse, se peint dans les traits de l'amateur de musique à l'audition d'un chef-d'œuvre, toute la force d'attention est concentrée dans un seul organe; les traits sont légèrement contractés par le sourire ou toute autre expression en rapport avec le caractère de la phrase musicale, les yeux sont demi-clos ou fermés, quelquefois cependant ils se fixent avec angoisse sur le chanteur, dans un passage difficile, ou avec enthousiasme sur Habeneck entraînant son orchestre par un geste passionné.

Un bruit déchirant, un son criard ou discordant vient-il frapper l'oreille, les yeux se ferment encore, mais en même temps les lèvres, le nez, tout le visage se contractent, comme si les autres sens voulaient concourir à préserver celui de l'audition du supplice qu'il endure et dont l'orifice immobile de son organe ne peut le défendre. C'est la souffrance impatiente et non plus le charme d'une sensation délicieuse.

Sous l'influence de l'*odorat* et du *goût*, la physionomie

prend des expressions très-variées et qui rendent parfaitement la douceur ou la force de la sensation, le degré du plaisir qui l'accompagne, ou la répugnance, l'horreur qu'il nous cause. Ici, comme dans l'audition, les mouvements sympathiques se joignent aux mouvements directement produits dans les organes affectés. Quand le goût est en jeu, presque toujours les expressions se confondent ; car il est rare qu'à la saveur ne se joigne pas un arome qui complète son mérite ou la rende encore plus insupportable. Mais, qu'il exprime la satisfaction ou l'antipathie, le jeu de la physionomie, dans les sensations de cet ordre, n'a jamais rien d'élevé, souvent même il dévoile un certain abaissement de l'individu ; c'est que la vue et l'ouïe sont en rapport immédiat avec les facultés les plus précieuses de l'intelligence, tandis que le goût et l'odorat parlent surtout aux appétits matériels. Il ne faut pas, cependant, juger trop sévèrement la jubilation d'un gourmet assis devant une bonne table : le meilleur compliment qu'il puisse faire à son hôte, c'est de se montrer digne appréciateur d'un repas exquis. Vous verrez dans un instant l'esprit, vivifié par cette douce influence, animer les yeux de votre convive d'un trait lumineux qui vous fera pardonner facilement à sa bouche ce qu'elle a d'un peu sensuel.

C'est par le sens du *tact* que nous acquérons la notion certaine de la forme des corps, de la distance, de la résistance, du poids, de la température, etc. De plus, ce sens confirme le témoignage de nos yeux et joint ses impressions à celles de la vue, souvent d'une manière effective et toujours par la pensée.

Le toucher produit donc en nous des mouvements

d'expression en rapport avec nos sensations tactiles ou visuelles, et ces mouvements sont tantôt directs, comme dans l'effort, tantôt sympathiques et signalant l'impression produite à la peau. Enfin le toucher est l'origine des mouvements symboliques par lesquels nous exprimons la pensée de rapprocher ou d'éloigner de nous un objet. C'est encore à ce sens que se rapporte le geste dont nous accompagnons nos paroles. Nous affirmons un fait en appuyant de la main comme pour poser solidement un corps ; nous nions, en écartant la proposition erronée ou mensongère ; nous exprimons le doute en tenant la main suspendue et comme hésitant à prendre ou à repousser. Qu'un être chéri nous quitte ou que nous le revoyions après l'absence, la main s'étend vers lui comme pour le retenir ou le rapprocher de nous plus promptement. Qu'un récit ou une hypothèse nous révolte, nous les repoussons vivement du geste comme de la pensee. Dans l'adieu amical, nous envoyons à travers l espace nos vœux à celui qui en est l'objet ; quand l'adieu exprime l'inimitié, d'un mouvement brusque, nous brisons tout lien. La main ouverte se porte en arrière pour témoigner la crainte ou l'horreur, comme pour eviter le contact; elle va au-devant de la main amie ; elle s'élève suppliante dans la prière vers celui dont elle attend le secours ; elle caresse avec amour la joue satinée de l'enfant et se pose sur sa tête pour appeler la bénédiction du ciel, en un mot, le toucher, réel ou imaginaire, vient sans cesse ajouter un trait à la physionomie.

TABLE DES MATIÈRES

Chapitre Ier. — Introduction 1

Idée que les anciens se faisaient du corps humain. — Notions sommaires d'anatomie générale. — Substance du corps ou matière organisée. Principes immédiats. — Éléments anatomiques. — Nutrition. — Humeurs. — Tissus.

Chapitre II. 16

Forme du corps, sa beauté. Chefs-d'œuvre qu'elle a inspirés aux artistes.— Description de la peau, ses fonctions.

Chapitre III. 30

Structure du corps. — Os, cartilages, articulations. — Muscles, tendons, aponévroses.

Chapitre IV. 51

Colonne vertébrale. — Thorax. — Membre supérieur; épaule, bras, avant-bras, main.— Membre inférieur; hanche, cuisse, jambe, pied.

Chapitre V.. 72

Mouvements. — Effort. — Locomotion; station, marche, course, saut, natation.

Chapitre VI. 86

La tête. — Le crâne; os du crâne, sutures, voûte du crâne, base du crâne. — Mensuration du crâne; angle facial, angle de Daubenton, comparaison des aires du crâne et de la face. — Système de Gall. — La face; os de la face, mâchoire supérieure, mâchoire inférieure

CHAPITRE VII. 94

Digestion. — Pertes de l'organisme réparées par l'alimentation. — Faim. — Soif. — Organes de la digestion; cavité abdominale; péritoine. — Appareil digestif. — Bouche, lèvres, joues, dents, palais, voile du palais, langue. — Pharynx, œsophage. — Estomac. — Tube intestinal; intestin grêle, gros intestin, circonvolutions intestinales, mésentère, épiploon. — Membrane muqueuse. — Foie. — Pancréas. — Rate. — Rein. — Mécanisme de la digestion. — Digestion stomacale, suc gastrique, mouvement péristaltique, chyme. — Digestion intestinale. bile, suc pancréatique, chyle. — Absorption; endosmose, exosmose, fonctions des veines et des vaisseaux lymphatiques dans l'absorption, rapidité de l'absorption.

CHAPITRE VIII 115

Respiration. — Cavité thoracique; plèvre. — Organes de la respiration; poumons, trachée-artère, bronches. — Respiration; influence de la respiration sur le sang, hématose, théorie de Lavoisier, chaleur animale; mécanisme de la respiration, bruits respiratoires, fréquence de la respiration; capacité des poumons; modification de l'air dans les poumons. — Influence de la pression atmosphérique sur la respiration, mal de montagnes.

CHAPITRE IX. 133

Circulation. — Organes de la circulation; cœur, péricarde; artères, vaisseaux capillaires, principales artères; veines, principales veines; système de la veine porte; vaisseaux et ganglions lymphatiques. — Mécanisme de la circulation; découverte de la circulation, mouvements et bruits du cœur, circulation artérielle, pouls, circulation dans les capillaires; circulation veineuse, valvules des veines; chyle et lymphe versés dans les veines. — Hématose; circulation dans l'artère pulmonaire, les capillaires et les veines pulmonaires. — Influences qui accélèrent ou ralentissent les battements du cœur.

CHAPITRE X. 156

Système nerveux. — Centre nerveux encéphalo-rachidien. — Cerveau. — Cervelet. — Isthme de l'encéphale. — Bulbe rachidien. — Moelle épinière. — Méninges; dure-mère, arachnoïde, pie-mère. — Nerfs; nerfs crâniens, nerfs rachidiens; grand sympathique. — Fonctions du système nerveux; fonctions des nerfs rachidiens sensitifs et moteurs, fonctions des nerfs crâniens, fonctions de la moelle épinière. — Fonctions de l'encéphale; bulbe rachidien, protubérance annulaire, pédoncules cérébelleux et cérébraux, tubercules quadrijumeaux, glande pinéale, couches optiques, cerveau, cervelet. — Fonctions du grand sympathique. — Pouvoir réflexe. — Force nerveuse. — Mémoire.

Chapitre XI. 199

Sens de la vue. — Organe de la vision. — Globe de l'œil; sclérotique, cornée, choroïde, cercle ciliaire, corps ciliaire; procès ciliaires, iris, pupille, uvée, pigment, rétine, corps vitré, membrane hyaloïde, cristallin, chambres antérieure et postérieure, humeur aqueuse. — Muscles de l'œil. — Conjonctive. — Paupières; sourcils. — Appareil lacrymal, — Vision: fonctions de la rétine, images renversées; fonctions de l'iris; centre optique, angle visuel, impressions visuelles isolées ou mixtes, adaptation de l'œil aux distances, myopie, presbytie; achromatisme; vue simple et double avec les deux yeux, stéréoscope; alternance dans l'action des yeux; persistance des impressions de la rétine; images accidentelles; irradiations; auréoles accidentelles; daltonisme; mouvement apparent des objets. — Nerf optique. — Mouvement de l'œil. — Portée de la vue.

Chapitre XII. 241

Sens de l'ouïe. — Organe de l'audition. — Oreille externe; pavillon de l'oreille, conduit auditif. — Oreille moyenne; tympan, caisse du tympan, fenêtre ovale, fenêtre ronde, trompe d'Eustache, osselets de l'ouïe, muscles et mouvements des osselets. — Oreille interne : labyrinthe, vestibule, canaux demi-circulaires, limaçon, labyrinthe membraneux. — Nerf auditif. — Bruits et sons; durée, hauteur, intensité, timbre du son; marche du son dans l'air, dans l'eau, dans les corps solides; gravité, acuïté du son. — Mécanisme de l'audition; fonctions des diverses parties de l'oreille; marche des sons dans l'oreille; propagation des sons jusqu'à l'appareil auditif par les vibrations des os du crâne. — Opinions des physiologistes sur les fonctions des diverses parties du labyrinthe; théorie de M. Helmboltz. — Finesse et délicatesse de l'ouïe. — Justesse de l'oreille. — Appréciation de l'intensité, de la distance et de la direction des sons : ventriloquie. — Durée des impressions auditives. — Sensations d'origine intérieure. — Parallèle de l'oreille et de l'œil.

Chapitre XIII. 268

Sens de l'odorat. — Organe de l'olfaction. — Nez; fosses nasales, cornets, membrane pituitaire. — Nerf olfactif. — Principes odorants; leur développement, leur action sur le système nerveaux. — Olfaction, son siége; durée des impressions olfactives. — Usages et finesse de l'odorat.

Chapitre XIV. 277

Sens du goût. — Organe de la gustation. — Nerfs spéciaux à l'organe du goût. — Saveurs. — Goût.

Chapitre XV. 286

Sens du tact. — Différence entre le tact et le toucher. — Sensibilité tactile et sensibilité générale. — Organe du tact. — Sensation du contact : différence entre les régions du corps au point de vue de la sensibilité ; contact simple, choc, vibration. — Sensation de pression ; aptitude relative des diverses régions à l'apprécier ; sensation variable suivant la forme des corps et l'étendue de la suface. — Sensation de température, variable suivant la température de la peau, la densité des corps et la surface en contact ; sensation identique au contact d'un corps très-froid ou très-chaud ; sensibilité relative des régions à la température. — Le toucher ; sa délicatesse. — Le tact comparé aux autres sens ; illusions du tact ; persistance des impressions tactiles, sensations de cause interne ou subjective ; causes qui modifient le tact.

Chapitre XVI. 301

La voix et la parole. — Organe de la voix ; larynx, cavité du larynx glotte, cordes vocales ; le larynx suivant les âges et les sexes. — Physiologie du larynx ; mécanisme de la voix ; opinions de quelques auteurs sur la formation de la voix : Galien, Fabrice d'Acquapendente, Dodart, Ferrein, Biot, Müller, Savart, Masson, Longet. — Théories fondées sur l'observation à l'aide du laryngoscope. — Formation des sons de sifflet. — Voix ; voix parlée, mécanisme des sons articulés ; voyelles, consonnes, timbre des voyelles, la langue comme organe de la prononciation. — Chant ; voix de poitrine, voix de fausset, voix mixte : théories diverses sur la formation de la voix de fausset : Müller, M. Segond, Longet, M. Fournié, Battaille. M. Mandl. — Timbres de la voix : timbre sombre, timbre clair. — Diapason des voix : basse, baryton, ténor, contralto, mezzo-soprano, soprano. — Ventriloquie.

Chapitre XVII. 326

La physionomie ; étude de la physionomie dans les œuvres d'art. — Mouvements d'expression, leur siége. — Coloration de la peau, pâleur, rougeur. — Expression des muscles ; effort, muscles de la face. — Physionomie des sens. — Expression des yeux, vision facile ou difficile. cécité. — Expression dans l'audition facile ou difficile, audition d'un orateur, audition musicale. — Expressions de l'odorat et du goût. — Expressions relatives au toucher.

PARIS. — IMP. SIMON RAÇON ET COMP., RUE D'ERFURTH, 1.

STRUCTURE

ET

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

2495-77 — Corbeil. — Typ. et stér. de Crété.

STRUCTURE

ET

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

DÉMONTRÉES

A L'AIDE DE FIGURES COLORIÉES

DÉCOUPÉES ET SUPERPOSÉES

PAR

ACHILLE COMTE

Directeur et Professeur à l'École supérieure des sciences et des lettres de Nantes
Officier de l'Instruction publique,
Chevalier de la Légion d'honneur et de plusieurs Ordres étrangers.

DOUZIÈME ÉDITION

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, en face de l'École de Médecine

M DCCC LXXVII

LETTRE

DE S. E. Mgr LE CARDINAL LAMBRUSCHINI

Secrétaire d'État, Préfet de la Congrégation des Études

ÉCRITE AU NOM DE

S. S. LE SOUVERAIN PONTIFE

A M. ACHILLE COMTE

SUR SON LIVRE :

ORGANISATION ET PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

Clarissime Domine,

Opus a te lucubratum, cui titulus : *Organisation et Physiologie de l'homme*, sanctissimus Pater perlibenter excepit, gratique animi sensu intellexit quod, ex novem ejusdem exemplaribus sane elegantissimis expresse a te editis, primum, illudque perbelle ornatum, eidem sistendum curaveris. Nec potuit quin finem summopere probaret, quem in eodem exarando tibimetipsi proposuisti, Christianam, scilicet, Religionem adversus pseudo-philosophorum blasphemias ipsa rerum experientia tueri. Quocirca, in mandatis mihi dedit hosce animi sui sensus tibi promere, quorum pignus habes in aureo numismate, quo te donandum decrevit. Hic excusum habes celebratissimum Urbis valetudinarium ad S. Jacobi in Augusta, quod Summi Pontificis munificentia restitutum ampliatumque est. Nihil vero hoc munere tibi magis accommodatum ; ædificium enim exhibet, ubi eadem salutaris ars colitur, in qua ipse, tanto cum omnium plausu, reique Christianæ utilitate, versaris. Puto autem novum exinde sumi argumentum

propositi tui; quandoquidem opus ejusmodi, inter alia memoratu dignissima, cuique manifestat quam effusa amoris charitate omnium Christianorum Parens pauperes ægrotos in nosocomiis jacentes complectatur, et quam impense curet ut qui juvenes salutaribus disciplinis illic dant operam, in bonum afflictæ humanitatis recte ibidem instituantur.

Pontificiis mandatis obsequutus, ipse ego impense tibi gratulor, tibique fausta cuncta et salutaria precor a Domino.

Tui, Clarissime Domine,

Ad serviendum paratissimus,

A. Card. LAMBRUSCHINI.

Datum Romæ, die 7 septembris MDCCCXLIV.

Vidimus, et authenticam declaravimus signaturam hic appositam ab Eminentissimo ac Reverendissimo Domino D. Aloisio Cardinali Lambruschini.

Datum Parisiis, ex ædibus Sanctæ Nuntiaturæ apostolicæ, die 19 octobris anno MDCCCXLIV.

RAPHAEL,

Archiepiscopus Nicænus, Nuntius Apostolicus.

PREFACE

—

L'approbation dont S. S. Grégoire XVI a daigné, en 1844, honorer cet ouvrage, lui a assigné une place à part dans les livres destinés à faire connaître les conditions physiques de l'existence de l'homme.

Un suffrage aussi élevé m'eût soutenu, si j'en avais eu besoin, dans la voie que j'ai suivie, depuis que j'enseigne les sciences naturelles.

« C'est en vain que l'impiété a prétendu que le Christianisme favorisait l'ignorance et faisait *rétrograder les jours*, dit Chateaubriand; c'est en vain que des physiologistes et des philosophes, dans le fol orgueil de leurs découvertes, ont voulu repousser la foi comme une atteinte à leur intelligence. La religion chrétienne répond à ce blasphème en dirigeant la raison humaine dans ses progrès vers un but qu'elle n'a point encore atteint. La religion chrétienne, après avoir sauvé le monde du paganisme, de la corruption et de la barbarie, possède encore des

trésors pour les cœurs soumis à sa puissance et pour les esprits qu'elle veut éclairer. Lumière quand elle se mêle aux facultés intellectuelles, sentiment quand elle s'associe aux mouvements de l'âme, cette raison divine croît avec la civilisation et marche avec le temps. »

C'est dans cette pensée exprimée par un grand admirateur du Christianisme, que j'ai rédigé le livre que je publie aujourd'hui, pour servir à l'*Enseignement de la Physiologie*, dans les établissements d'instruction publique.

Après beaucoup d'incertitudes et d'hésitations, sur la place que cette science devait occuper dans les études classiques et dans les épreuves qui les couronnent, l'Histoire Naturelle a pris, enfin, dans les *Programmes de l'enseignement,* le rang qui était dû à l'importance de ses lumières.

Cette science, qu'on peut définir l'intelligente contemplation des œuvres de Dieu, est, en effet, la plus sûre, la plus noble part faite à l'esprit de l'homme et, seule, elle le met en pleine possession de la certitude. La Philosophie, l'Histoire, la Politique, sont soumises aux révolutions intellectuelles de l'humanité flottante; mais les faits de la Création sont invariables comme Dieu, et l'analyse qui s'empare d'une plante ou d'un insecte marque sa démonstration du sceau de la Vérité éternelle.

Le double effet de l'étude de l'Histoire naturelle, c'est de mettre de la religion dans l'âme et du positif dans l'esprit; la Création est comme l'échelle visible par où l'homme monte vers son invisible Créateur.

De tous les moyens auxquels on peut avoir recours pour développer l'intelligence des jeunes gens, et dont les résultats soient les plus sûrs, c'est la curiosité. Le désir de savoir est inhérent à notre nature, mais il a toute son activité dans la jeunesse, où l'esprit, manquant de connaissances, saisit avec avidité tout ce qu'on lui expose, se livre volontiers à l'attention nécessaire pour apprendre et contracte, sans effort, l'habitude de réfléchir et de s'occuper.

« Il est étonnant, dit Rollin, que l'homme, placé au milieu de la nature, qui lui offre le plus grand spectacle qu'il soit possible d'imaginer, et environné, de tous côtés, d'une infinité de merveilles qui sont faites pour lui, ne songe presque jamais ni à considérer ces merveilles, si dignes de son attention et de sa curiosité, ni à se considérer soi-même. Il vit au milieu du monde dont il est le roi, comme un étranger pour qui tout ce qui s'y passe serait indifférent, et qui n'y prendrait aucun intérêt. L'Univers, dans toutes ses parties, annonce et montre son auteur; mais, pour le plus grand nombre, c'est à des sourds et à des aveugles, qui ont des oreilles sans entendre et des yeux sans voir.

Ces critiques du savant auteur du *Traité des Études*, n'ont été que trop longtemps justifiées par l'esprit qui dirigeait la marche de l'Instruction Classique; elles ne sauraient être reproduites, maintenant qu'une réforme profonde a fait, dans le plan général des Études, une large part à l'Enseignement des Sciences.

On a pu s'assurer, en effet, que, loin d'ouvrir des routes trompeuses à l'imagination des jeunes gens, ces

études contribuent au développement de leur esprit et de leur raison, qu'elles rendent plus faciles et plus brillants les autres travaux auxquels ils sont livrés, et servent de base aux connaissances plus approfondies qu'ils acquerront dans un autre âge.

C'est pour venir en aide à l'attention des élèves que nous avons ajouté à notre texte les *figures à plans superposés* qui forment notre *Atlas*. Notre expérience déjà longue de l'enseignement leur est une garantie de l'utilité de ce moyen de démonstration.

Dans le même but de rendre la physiologie plus intelligible et plus facile à enseigner et à comprendre, nous publions, à ce moment, des *Planches murales d'histoire naturelle,* où l'organisation des animaux et des plantes est représentée dans de grandes proportions, par des figures dessinées et coloriées avec le plus grand soin.

ACHILLE COMTE.

STRUCTURE

ET

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les sciences qui enseignent l'organisation du corps de l'homme et le mécanisme de la vie sont deux branches importantes des Sciences Naturelles : l'Anatomie et la Physiologie.

Par l'Anatomie, on apprend le nombre, la forme, la situation, les rapports, les connexions et la structure des organes dont le corps est composé.

Par la Physiologie on recherche les usages de chacun de ces organes. Cette science est l'histoire de la vie, depuis le moment où elle apparaît dans le germe, abrégé microscopique de l'animal, jusqu'au jour où, après s'être développé et avoir assuré la conservation de son espèce, l'être animé achève les dernières phases de son existence individuelle, et meurt.

Jamais science ne fut à la fois plus grande et plus intéressante que la Physiologie ; en nous révélant ce que l'organisation animale offre d'extraordinaire, elle nous laisse frappés d'admiration à la vue de cet ouvrage infini, la plus étonnante des merveilles du Créateur.

Dans un temps où les intelligences avides de connaissances variées se portent avec une louable ardeur vers les sciences d'observation, il est presque superflu d'insister sur l'importance des connaissances physiologiques. Veut-on savoir l'influence constante qu'elles ont eue sur les progrès de l'art de guérir,

on n'a qu'à tourner ses regards vers le passé, on verra que la Médecine a manqué de bases solides jusqu'au jour où l'Anatomie et la Physiologie humaines lui révélèrent la structure et les fonctions de nos organes, dans l'état de santé, et firent apprécier les changements qu'éprouve cette organisation dans les maladies.

Si, dans les siècles qui ont précédé le nôtre, il était rare de trouver, dans la société, des hommes curieux de connaître les conditions de leur structure et les fonctions de la vie, il faut le dire, c'est qu'on a besoin d'un véritable courage pour entrer dans un amphithéâtre où l'étude de la Physiologie se trouve entourée de tout ce que la mort a de plus hideux, et que beaucoup de personnes reculent devant de semblables tableaux. Les affranchir des dégoûts de l'amphithéâtre, c'est leur ouvrir une source de jouissances intellectuelles aussi vives que celles que procure l'étude des phénomènes des sciences physiques.

S'il est beau, en effet, d'apprécier les deux mouvements combinés de la terre, de découvrir les lois qui président à la marche des astres, combien n'est-il pas intéressant aussi d'étudier les actes qui se succèdent dans la vie des animaux, depuis la nutrition du polype le plus obscur jusqu'aux fonctions du cerveau de l'homme, et de soulever, en partie, le voile dont la nature a enveloppé ses plus admirables ouvrages !

Le corps de l'homme offre un ensemble de combinaisons dont les machines les plus compliquées ne donnent qu'une idée imparfaite. On y trouve des modèles sans nombre de constructions ingénieuses dont les architectes et les opticiens auraient souvent besoin de s'inspirer.

Les fondements de nos phares, de nos colonnes, de nos monolithes, établis d'après les principes d'une Géométrie savante, laissent encore à désirer, quand on voit et que l'on comprend les règles qui ont présidé à la disposition des os du pied ou à la structure des os creux qui nous supportent.

L'insertion d'un mât de vaisseau dans son emplanture ne peut se comparer à l'articulation de la colonne vertébrale avec le bassin.

Les tendons et leurs poulies de renvoi ont une perfection qu'on chercherait en vain dans les cordages les plus habilement disposés.

Nul instrument de musique ne peut rivaliser avec l'appareil vocal.

L'hydrodynamique retrouve ses pompes et ses soupapes dans la structure du cœur et dans les grands canaux circulatoires, et, quelques progrès que les physiciens aient fait faire, de nos jours, à la construction des télescopes, des microscopes et des chambres obscures, l'œil est encore le plus parfait des instruments d'optique.

Il avait parfaitement compris tout l'intérêt des notions qu'on puise dans l'étude de l'Anatomie, ce célèbre Vaucanson qui a étonné son siècle par ses ingénieuses constructions mécaniques. On dit qu'il consultait fréquemment la structure du corps humain dans le squelette, dans la distribution des vaisseaux, et surtout dans la disposition des tendons et des muscles ; et l'on raconte que, lorsqu'il construisait son flûteur, arrêté par la difficulté de lui donner l'embouchure de la flûte et de reproduire certains coups de langue qui pussent en moduler les sons, il eut recours à l'anatomie humaine, examina dans ses détails la structure du larynx, et y trouva les indications qu'il cherchait, et qu'il avait vainement demandées à la science et à la méditation.

La structure des animaux nous montre, à chaque pas, d'étonnantes merveilles, et plus on pénètre dans cette étude, plus on la voit déconcerter les calculs de la science et de la raison. C'est en se livrant aux travaux de l'Anatomie, c'est en examinant les ressorts matériels de son être, que l'homme sent le besoin de s'élever vers leur auteur et leur conservateur. Qu'il explique, s'il veut, avec une pénétrante sagacité la structure de son corps, les travaux des organes et les usages auxquels Dieu les a destinés ; mais qu'il ne s'attende pas à en pénétrer les principes secrets.... La nature, tout en lui montrant ses instruments, enveloppe d'un mystère impénétrable les merveilles de son travail.

Aussi, la Physiologie, qui prend place au milieu des con-

naissances les plus honorables pour le génie de l'homme, n'est une science vraiment philosophique que lorsque, mettant Dieu en tête de ses recherches, elle considère dans l'homme, non-seulement le mécanisme des organes, mais encore l'action indépendante d'un agent immatériel par lequel il a conscience de ses impressions. Le Physiologiste comprend alors l'insuffisance des explications entassées par les matérialistes pour abuser l'esprit humain, et il sent que cette machine qui va d'elle-même est réglée par une autre sagesse que la sienne. Comme il ne saurait conduire cette organisation, malgré la connaissance qu'il a de ses parties, il est contraint d'en rechercher le moteur au delà des causes physiques, et sa raison éclairée lui révèle la *Divine Intelligence* qui enchaîne toutes choses, et préside avec une constante sollicitude aux phénomènes si variés et si nombreux de la Création.

Ainsi qu'on l'a souvent fait remarquer, tous les philosophes anciens et modernes ont étudié l'organisation humaine avec enthousiasme et émotion. Cicéron a décrit, avec toutes les richesses de son style, les formes et la beauté de cet être miraculeux ; Fénelon a rencontré des expressions qui partent d'une âme chrétienne, pour montrer, dans la perfection de nos organes, la perfection bien autrement infinie de notre Créateur ; Bossuet s'est élevé à toute la hauteur de l'éloquence philosophique, en traitant à fond ce grand sujet, dans son beau Traité sur la *Connaissance de Dieu et de soi-même,* livre admirable, qui semble avoir défié le temps et les progrès de la science physiologique. Il ne contient, en effet, aucune erreur grave dans ses détails, et pourrait, en outre, servir de règle à la science moderne du raisonnement, car il renferme toutes les vérités d'observation qu'elle est allée chercher dans les traités des matérialistes, sans présenter aucun de leurs égarements.

Voici comment le grand évêque résume ses recherches sur l'homme :

« En un mot, il fallait à l'âme un corps organique ; et Dieu lui en a fait un capable des mouvements les plus forts, aussi bien que des plus délicats et des plus industrieux.

« Ainsi tout l'homme est construit avec un dessein suivi et avec un art admirable. Mais si la sagesse de son auteur éclate dans le tout, elle ne paraît pas moins dans chaque partie.

« Nous venons de voir que notre corps devait être composé de beaucoup d'organes capables de recevoir les impressions des objets, et d'exercer des mouvements proportionnés à ces impressions.

« Ce dessein est parfaitement exécuté. Tout est ménagé dans le corps humain avec un artifice merveilleux. Le corps reçoit de tous côtés les impressions des objets, sans être blessé. On lui a donné ces organes, pour éviter ce qui l'offense ou le détruit; et les corps environnants, qui font sur lui ce mauvais effet, font encore celui de lui causer de l'éloignement. La délicatesse des parties, quoiqu'elle aille à une finesse inconcevable, s'accorde avec la force et avec la solidité. Le jeu des ressorts n'est pas moins aisé que ferme ; à peine sentons-nous battre notre cœur, nous qui sentons les moindres mouvements du dehors, si peu qu'ils viennent à nous ; les artères vont, le sang circule, les esprits coulent, toutes les parties s'incorporent leur nourriture, sans troubler notre sommeil, sans distraire nos pensées, sans exciter tant soit peu notre sentiment ; tant Dieu a mis de règle et de proportion, de délicatesse et de douceur dans de si grands mouvements.

« Ainsi, nous pouvons dire avec assurance que, de toutes les proportions qui se trouvent dans les corps, celles du corps organique sont les plus parfaites et les plus palpables.

« Tant de parties si bien arrangées, et si propres aux usages pour lesquels elles sont faites; la disposition des valvules ; le battement du cœur et des artères ; la délicatesse des parties du cerveau, et la variété de ses mouvements, d'où dépendent tous les autres ; la distribution du sang et des esprits ; les effets différents de la respiration, qui ont un si grand usage dans le corps : tout cela est d'une économie, et, s'il est permis d'user de ce mot, d'une mécanique si admirable, qu'on ne la peut voir sans ravissement, ni assez admirer la sagesse qui en a établi les règles.

« Il n'y a genre de machine qu'on ne trouve dans le corps

humain. Pour sucer quelque liqueur, les lèvres servent de tuyau, et la langue sert de piston. Au poumon est attachée la trachée-artère, comme une espèce de flûte douce d'une fabrique particulière, qui, s'ouvrant plus ou moins, modifie l'air et diversifie les tons. La langue est un archet qui, battant sur les dents et sur le palais, en tire des sons exquis. L'œil a ses humeurs et son cristallin ; les réfractions s'y ménagent avec plus d'art que dans les verres les mieux taillés ; il a aussi sa prunelle, qui se dilate et se resserre ; tout son globe s'allonge ou s'aplatit selon l'axe de la vision, pour s'ajuster aux distances, comme les lunettes à longue vue. L'oreille a son tambour, où une peau aussi délicate que bien tendue résonne au mouvement d'un petit marteau que le moindre bruit agite ; elle a, dans un os fort dur, des cavités pratiquées pour faire retentir la voix, de la même sorte qu'elle retentit parmi les rochers et dans les échos. Les vaisseaux ont leurs soupapes ou valvules, tournées en tous sens ; les os et les muscles ont leurs poulies et leurs leviers : les proportions qui font et les équilibres et la multiplication des forces mouvantes, y sont observées dans une justesse où rien ne manque. Toutes les machines sont simples ; le jeu en est si aisé et la structure si délicate, que toute autre machine est grossière en comparaison.

« A rechercher de près les parties, on y voit de toute sorte de tissus ; rien n'est mieux filé, rien n'est mieux passé, rien n'est serré plus exactement.

« Nul ciseau, nul tour, nul pinceau ne peut approcher de la tendresse avec laquelle la nature tourne et arrondit ses sujets.

« Tout ce que peut faire la séparation et le mélange des liqueurs, leur précipitation, leur digestion, leur fermentation, et le reste, est pratiqué si habilement dans le corps humain, qu'auprès de ces opérations la chimie la plus fine n'est qu'une ignorance très-grossière.

« On voit à quel dessein chaque chose a été faite : pourquoi le cœur, pourquoi le cerveau, pourquoi les esprits, pourquoi la bile, pourquoi le sang, pourquoi les autres humeurs. Qui voudra dire que le sang n'est pas fait pour nourrir

l'animal; que l'estomac et les eaux qu'il jette par ses glandes, ne sont pas faits pour préparer par la digestion la formation du sang; que les artères et les veines ne sont pas faites de la manière qu'il faut pour le contenir, pour le porter partout, pour le faire circuler continuellement; que le cœur n'est pas fait pour donner le branle à cette circulation; qui voudra dire que la langue et les lèvres, avec leur prodigieuse mobilité, ne sont pas faites pour former la voix en mille sortes d'articulations; ou que la bouche n'a pas été mise à la place la plus convenable pour transmettre la nourriture à l'estomac; que les dents n'y sont pas placées pour rompre cette nourriture, et la rendre capable d'entrer; que les eaux qui coulent dessus ne sont pas propres à la ramollir, et ne viennent pas pour cela à point nommé; ou que ce n'est pas pour ménager les organes et la place que la bouche est pratiquée de manière que tout y sert également à la nourriture et à la parole : qui voudra dire ces choses, fera mieux de dire encore qu'un bâtiment n'est pas fait pour loger, et que ses appartements, ou engagés ou dégagés, ne sont pas construits pour la commodité de la vie, ou pour faciliter les ministères nécessaires; en un mot, il sera un insensé qui ne mérite pas qu'on lui parle.

« Si ce n'est peut-être qu'il faille dire que le corps humain n'a point d'architecte, parce qu'on n'en voit pas l'architecte avec les yeux; et qu'il ne suffit pas de trouver tant de raison et tant de dessein dans la disposition, pour entendre qu'il n'est pas fait sans raison et sans dessein.

« Plusieurs choses font remarquer combien est grand et profond l'artifice dont il est construit.

« Les savants et les ignorants, s'ils ne sont tout à fait stupides, sont également saisis d'admiration en le voyant. Tout homme qui le considère par lui-même trouve faible ce qu'il a ouï dire, et un seul regard lui en dit plus que tous les discours et tous les livres.

« Depuis tant de temps qu'on regarde et qu'on étudie curieusement le corps humain, quoiqu'on sente que tout y a sa raison, on n'a pu encore parvenir à en pénétrer le fond. Plus

on considère, plus on trouve de choses nouvelles, plus belles que les premières qu'on avait tant admirées ; et, quoiqu'on trouve très-grand ce qu'on a déjà découvert, on voit que ce n'est rien en comparaison de ce qui reste à chercher.

« Par exemple, qu'on voie les muscles si forts et si tendres, si unis pour agir en concours, si dégagés pour ne se point mutuellement embarrasser ; avec des filets si artistement tissus et si bien tors, comme il faut, pour faire leur jeu ; au reste, si bien tendus, si bien soutenus, si proprement placés, si bien insérés où il faut ; assurément on est ravi, et on ne peut quitter un si beau spectacle, et, malgré qu'on en ait, un si grand ouvrage parle de son artisan. Et cependant tout cela est mort, faute de voir par où les esprits s'insinuent, comment ils tirent, comment ils relâchent, comment le cerveau les forme, et comment il les envoie avec leur adresse fixe. Toutes choses qu'on voit bien qui sont, mais dont le secret principe et le maniement ne sont pas connus.

« Et parmi tant de spéculations faites par une curieuse anatomie, s'il est arrivé quelquefois à ceux qui s'y sont occupés de désirer que, pour plus de commodité, les choses fussent autrement qu'ils ne les voyaient, ils ont trouvé qu'ils ne faisaient un si vain désir que faute d'avoir tout vu ; et personne n'a encore trouvé qu'un seul os dût être figuré autrement qu'il n'est, ni être articulé autre part, ni être emboîté plus commodément, ni être percé en d'autres endroits, ni donner aux muscles, dont il est l'appui, une place plus propre à s'y enclaver, ni enfin qu'il y eût aucune partie, dans tout le corps, à qui on pût seulement désirer ou une autre constitution ou une autre place.

« Il ne reste donc à désirer dans une si belle machine, sinon qu'elle aille toujours, sans être jamais troublée et sans finir. Mais qui l'a bien entendue en voit assez pour juger que son auteur ne pouvait pas manquer de moyens pour la réparer toujours, et enfin la rendre immortelle ; et que, maître de lui donner l'immortalité, il a voulu que nous connussions qu'il la peut donner par grâce, l'ôter par châtiment, et la rendre par récompense. La Religion, qui vient là-dessus,

nous apprend qu'en effet c'est ainsi qu'il en a usé et nous apprend tout ensemble à le louer et à le craindre.

« En attendant l'immortalité qu'il nous promet, jouissons du beau spectacle des principes qui nous conservent si longtemps ; et connaissons que tant de parties, où nous ne voyons qu'une impétuosité aveugle, ne pourraient pas concourir à cette fin, si elles n'étaient, tout ensemble, et dirigées et formées par une cause intelligente. »

PREMIÈRE PARTIE

DISTINCTION DES DIVERS CORPS DE LA NATURE

CHAPITRE PREMIER

COMPARAISON SOMMAIRE DE L'ORGANISATION ET DES FONCTIONS DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.

C'est par une connaissance préalable des diverses branches de la physique et de la chimie que, d'ordinaire, on se prépare à l'étude de la Physiologie, science qui a pour objet de rechercher et d'expliquer les effets de l'organisation chez les végétaux et les animaux, et de montrer les divers changements qu'amènent dans leur structure l'action continue des agents extérieurs et l'exercice des fonctions vitales. Cette science considère donc tous les êtres organisés, depuis l'homme jusqu'aux animaux infusoires, depuis ces ébauches animales dont le microscope seul peut révéler l'existence, jusqu'aux colosses du règne végétal ; elle étudie leurs formes, leur texture, leurs organes, leurs fonctions ; elle les compare dans leurs rapports, et cherche à saisir le lien qui les unit les uns aux autres.

On ne peut aborder avec sûreté l'étude des phénomènes de la vie, sans avoir apprécié, même dans un aperçu rapide, les lois générales qui la constituent. Si l'on ne prenait une semblable précaution, il pourrait arriver aux descriptions les plus méthodiques, aux développements les plus clairs de paraître confus ou obscurs. C'est pour éviter un pareil embarras que nous exposons ici, dans quelques notions générales sur la structure des corps de la nature, les faits dont la connais-

sance est le prélude ou la préface de tout enseignement physiologique.

Dès l'origine des sociétés, au moment où l'homme jetant, autour de lui, les yeux sur l'univers, ouvrit son âme à l'intelligence des choses créées, le monde lui sembla se partager, de lui-même, en trois groupes d'êtres profondément distincts les uns des autres et que la science de la nature devait caractériser plus tard :

Les Minéraux, privés de vie, augmentant en volume, par la superposition de nouvelles molécules ;

Les Végétaux vivant, croissant, se propageant et mourant ;

Les Animaux, unissant à ces propriétés des végétaux le sentiment de leur existence, la sensibilité.

Une définition courte, mais remplie de précision et de clarté, a posé les limites de ces TROIS RÈGNES DE LA NATURE, comme on les a longtemps appelés :

Les minéraux croissent ; les végétaux croissent et vivent, les animaux croissent, vivent et sentent ;

Mineralia crescunt ; vegetabilia crescunt et vivunt ; animalia crescunt, vivunt et sentiunt.

Dans cet aphorisme si plein de choses, Linnée constate une sorte de dégénérescence dans les êtres de la nature : les minéraux ne font que croître, les végétaux ont de plus la vie, et, enfin, les animaux joignent à ces propriétés la faculté de sentir.

Il faut le reconnaître, cette manière d'envisager les œuvres de la Création est, à la fois, noble et imposante ; mais, pour peu qu'on y réfléchisse, on voit bientôt qu'il n'est pas possible d'en faire une application rigoureuse, parce que, d'une part, la limite entre les *végétaux* et les *animaux* n'est pas assez tranchée pour faire de chacun de ces *Règnes* une division qui ait une importance égale ; que, d'une autre part, on ignore où commence et où cesse la sensibilité dans les êtres organisés, et, enfin, qu'il existe entre les végétaux et les animaux des liaisons beaucoup plus étroites et plus intimes que celles qui relient ces deux *Règnes* au troisième, le *Règne Minéral*. De là on a été conduit à diviser les corps de la nature en *corps bruts, inertes* ou *inorganiques* c'est-à-dire les *Minéraux* et

en *êtres organisés* ou *vivants* : les *Animaux* et les *Végétaux*.

Les principales différences qui existent entre ces deux grands groupes sont surtout dans leur nature chimique, leur structure, leur forme, leur origine, leur développement, leur fin.

La plupart des minéraux composent ce que l'on appelle des corps simples; les êtres organisés sont tout au plus des combinaisons quaternaires, de carbone, d'azote, d'hydrogène et d'oxygène. Le carbone domine dans les végétaux, l'azote dans les animaux. Les êtres inorganiques n'ont pas de formes particulières vers lesquelles ils tendent; ils se forment par l'agglomération successive d'atomes, qui, placés dans des circonstances convenables, se réunissent.

Les *Corps inorganiques* n'ont pas de commencement; leur origine remonte à la création du monde, sans que personne puisse dire quand cela a eu lieu et comment cela s'est fait.

Les *Êtres organisés*, au contraire, viennent d'un parent de leur espèce, vers la forme duquel ils tendent toujours; ils sortent d'une particule de son corps, nommée œuf, germe, graine, bouture, qui s'en détache plus tard et, placée dans certaines circonstances, donne la vie à un nouvel individu. Ainsi, pour l'*être organisé* il y a un moment où il n'existe pas, et un moment pendant lequel il vient au monde : c'est ce dernier moment que l'on appelle la naissance.

Quant au développement, la séparation est encore parfaitement tranchée. Dans une de ces eaux courantes qui contiennent du carbonate de chaux, posez un objet quelconque, il se couvrira de carbonate de chaux; laissez-le plusieurs jours, plusieurs mois, plusieurs années, le corps deviendra de plus en plus gros, mais il pourra se faire qu'il ne présente plus la même forme. Il se sera grossi par l'addition continuelle de nouvelles particules qui seront venues se placer à côté des autres : ce mode de développement se nomme *juxtaposition*.

Les *êtres organisés* tendent toujours vers la forme des parents qui leur ont donné la vie. Tout en obéissant à cette loi, ils se développent : un enfant qui ne pesait que 3 kilogrammes, à sa naissance, pèse huit et dix fois plus, à l'âge de

quatre ans et, au lieu d'avoir la taille de 40 à 50 centimètres, il a atteint celle d'un mètre. Ce développement, il l'a acquis par la nourriture ; il a introduit dans son corps des aliments, qui y ont subi plusieurs transformations et sont enfin devenus propres à être mêlés à ses organes et à les accroître. Il y a donc, dans les *êtres organisés*, un mouvement continuel de parcelles qui se détachent, mais qui sont bientôt remplacées par d'autres. Ce mode de développement est nommé *intussusception*.

Les *Corps inorganiques*, n'ayant point eu de commencement, n'ont pas de fin. Pour mourir il faut avoir vécu ; pour vivre il faut naître : or les minéraux ne naissent pas, ils ne vivent pas ; et, par suite, ils ne peuvent mourir. C'est en effet ce qui a lieu : un morceau de fer, par exemple, pourra durer éternellement, si rien ne vient en changer la nature.

Tous les *êtres organisés*, au contraire, ont une fin ; ils naissent, se développent jusqu'à un certain moment, et ensuite meurent d'eux-mêmes.

Il résulte des remarques qui viennent d'être exposées, que, si les *Corps bruts* se forment par la force attractive des éléments, les *Êtres organisés* doivent la vie à des êtres de leur espèce. Les premiers cessent d'exister quand les forces qui retenaient leurs molécules unies, agissent sur ces molécules et les séparent ; les seconds meurent quand les organes nécessaires à la vie perdent leur irritabilité, car c'est dans ces organes que circulent les fluides qui entretiennent leur existence. Ils ne sont pas, comme les minéraux, le résultat de la décomposition d'un autre corps qui n'est plus ; mais ils doivent leur naissance à un être existant antérieurement, et qui a continué d'exister, au moins quelque temps après les avoir produits. Ces êtres nouveaux s'accroissent, non, comme les minéraux, par une *juxtaposition* des molécules, mais par *intussusception* des sucs qu'ils tirent des autres corps, et qui pénètrent dans leur intérieur pour y renouveler les fluides et mêler aux solides de nouvelles parties.

Nous devons ajouter, comme un caractère distinctif, que depuis leur naissance et dans le cours de leur vie les *Êtres*

organisés éprouvent diverses vicissitudes. Dans les premiers temps, leur constitution est plus tendre, plus molle, parce que la proportion des fluides est plus considérable. Peu à peu celle des solides augmente ; c'est ce qui forme l'accroissement. Cette proportion devient égale, vers une certaine époque, qui est celle de l'état de maturité ; c'est le temps où l'*être organisé* peut se reproduire et former un être semblable à lui. A cet état succède le décroissement, qui est amené par une plus grande proportion des solides. Lorsque cette proportion devient excessive, les vaisseaux sont obstrués, les fibres se roidissent, les fonctions sont gênées, et leur interruption successive amène le dépérissement et la mort.

Tous les corps vivants meurent, en effet, après un temps dont la limite extrême est déterminée pour chaque espèce, et la mort paraît être un effet nécessaire de la vie qui, par son action même, altère insensiblement la structure du corps où elle s'est manifestée, de manière à y rendre sa continuation impossible.

En résumé, et pour bien fixer dans l'esprit les distinctions profondes que le Créateur a mises entre les *Corps inorganiques* et les *Êtres organisés :*

On reconnaîtra un *Corps inorganique* aux caractères suivants : rien de symétrique dans la disposition des parties ; aucun vestige d'organes, pas d'instruments de nutrition, aucun signe de sensibilité. Rien ne peut exciter, ou débiliter, ou détruire, en les fractionnant, ces objets d'apparence anguleuse et rude. Au lieu de lignes courbes et de formes rondes, on voit paraître des arêtes informes, des blocs irréguliers et inégaux. Le corps ne se développe et grandit que par *juxtaposition,* c'est-à-dire en s'agrégeant, par sa surface extérieure et successivement, les particules qui sont ou non homogènes aux siennes, à l'instar de la boule de neige qui grossit par l'agglomération de nouvelles parties.

L'*Être organisé,* de son côté, se reconnaîtra aux caractères que nous allons énumérer : une disposition symétrique, c'est-à-dire, entre les différentes parties de l'être, une harmonie, une correspondance de formes telles, qu'en séparant l'être

par une ligne médiane, on ait, de chaque côté, à peu près deux parties égales. Une texture contenant certains organes agissants et vivants, capables de servir à l'existence et à l'accroissement, par un moyen quelconque de nutrition. Un corps augmentant, grandissant, se développant par *intussusception*, c'est-à-dire trouvant, à l'aide de certains sucs nutritifs empruntés aux corps extérieurs, la substance nécessaire à sa croissance, et opérant des mouvements par lui-même et sans le concours d'une force étrangère.

Après avoir énuméré les différences que présentent, entre eux, les *Corps inorganiques* et les *Êtres organisés*, examinons, à leur tour, les êtres organisés et voyons ce qui, dans cette CLASSE d'êtres, distingue les *Animaux* d'avec les *Végétaux*.

Ces deux groupes d'*Êtres organisés* se forment aux dépens de la terre et de l'air ou, en d'autres termes, aux dépens des *Corps inorganiques*.

L'air contient ou engendre les produits oxydés : 1° l'*acide carbonique*, 2° l'*eau*, 3° l'*acide azotique*, 4° l'*oxyde d'ammonium*.

Les plantes, qui sont des appareils réducteurs, s'emparent des radicaux de ces produits : *Carbone*, *hydrogène*, *azote*, *ammoniaque*.

Avec ces radicaux, elles façonnent toutes les matières organisables dont certains animaux s'emparent pour leur nutrition.

Les animaux, qui sont des appareils comburants, reproduisent l'acide carbonique, l'eau, l'acide azotique, l'oxyde d'ammonium qui retourne dans l'air, pour reproduire de nouveau, et dans l'immensité des siècles, les mêmes phénomènes.

Ce que les uns donnent à l'air, les autres le lui reprennent ; et l'on a pu dire, dans un langage aussi exact qu'il est élégant, que, sous le rapport de leurs éléments vraiment inorganiques, les plantes et les animaux ne sont que de l'air condensé.

Quant aux fonctions destinées à l'entretien de la vie, les plantes et les animaux ont un grand nombre de points de contact. Les uns et les autres, en effet, empruntent au monde extérieur des matériaux qu'ils s'incorporent, qui, pénétrant

dans leur structure, servent à la fois à la réparation de leurs pertes incessantes et à l'augmentation de leur individu.

Les plantes pompent dans le sein de la terre les sucs dont elle est pénétrée; ces sucs, dont l'eau fait la base, contiennent parfois des substances inorganiques assez variées. Ce sont ces sucs pompés par les racines, charriés par les vaisseaux, qui entrent dans la constitution végétale, qui, portés dans le parenchyme des feuilles, y subissent une transformation, sous l'influence de l'air atmosphérique, et deviennent le fluide réparateur et nourricier de la plante.

Les animaux introduisent dans leur appareil digestif des matières végétales, animales et même minérales que le travail digestif transforme en chyle. C'est ce chyle qui, porté dans l'appareil respiratoire, y subira des changements par l'action de l'air et deviendra du sang, seul fluide qui puisse servir à la nutrition et à la réparation de nos tissus.

Les faits établissent la dépendance mutuelle dans laquelle se trouvent les végétaux et les animaux. Les premiers ont précédé les seconds sur la terre; car il était indispensable qu'ils existassent pour faire subir aux corps inorganiques la transformation qui en fait des aliments pour les animaux. Aussi trouve-t-on, dans le sein de la terre, les débris organiques du règne végétal à des profondeurs où ne se rencontrent pas les débris d'animaux.

« Les *végétaux* et les *animaux* ont entre eux des rapports si intimes, dit M. de Candolle, qu'ils semblent formés sur un plan analogue; les uns et les autres sont composés de parties, les unes agissantes, les autres élaborées ; les unes plus ou moins solides, les autres généralement liquides ; dans les deux *Règnes* on remarque, tant que la vie dure, une tendance énergique pour résister à la putréfaction; dans les deux *Règnes*, on trouve des composés particuliers que la synthèse chimique ne sait pas imiter : dans l'un et l'autre *Règne*, les matières qui doivent servir à la nutrition passent, avant d'en être susceptibles, par une série de phénomènes analogues : dans tous les deux on distingue des sécrétions et des excrétions variées; dans les deux *Règnes*, les lois de la reproduction

offrent une similitude frappante; dans tous deux, les individus nés d'un être quelconque lui ressemblent dans toutes les parties essentielles, et la réunion de tous ces individus, qu'on peut supposer originairement sortis d'un seul être, constitue une espèce. »

Afin de faire mieux saisir la valeur relative de ces points d'analogie ou de ressemblance, nous les avons exposés dans un rapprochement et une concordance parallèles :

ANIMAUX.	PLANTES.
Ils ont des organes ou parties qui, dans leur disposition particulière, remplissent chacune un emploi spécial, et dont l'ensemble en action donne pour résultat l'existence du tout.	Elles ont des organes remplissant les mêmes fonctions
Ils vivent, et la force vitale paraît résulter chez eux de l'irritabilité de leurs parties, qui sont susceptibles de se contracter par le contact de certains stimulants.	L'irritabilité et la contraction paraissent d'une manière énergique dans les feuilles et les rameaux de plusieurs plantes.
L'azote, le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, des sels alcalins et des oxydes métalliques forment la base des substances animales.	Il en est de même dans les plantes; seulement, dans celles-ci, le carbone domine et l'azote ne se rencontre que dans quelques produits que l'on appelle animalisés, tels que le *gluten*, etc.
Les animaux meurent; c'est-à-dire, que les molécules qui étaient unies, sous l'empire de la vitalité, pour constituer les différents organes, se désunissent, et ne tardent pas à se combiner d'après les lois de l'affinité et de l'attraction.	La même chose arrive pour les plantes.
Les animaux résistent aux forces extérieures qui tendent à les détruire, et réparent leurs parties lésées par une blessure.	Les plantes résistent également et cicatrisent leurs blessures.

ANIMAUX.	PLANTES.
Les animaux rejettent les substances inutiles ou nuisibles à leur nature, et s'approprient celles qu'ils peuvent s'assimiler. Ce mouvement continuel de composition et de décomposition est soustrait à l'empire de la volonté, et s'exerce par l'influence des *nerfs* de la *vie organique*	Les plantes agissent absolument de la même manière ; leurs tiges, principalement leurs racines, se détournent : les premières pour abandonner les ténèbres et aller chercher la lumière ; les secondes pour abandonner un sol sec et stérile, et aller chercher une terre humide plus nutritive. Les plantes absorbent les fluides qui leur conviennent, et rejettent au dehors les sécrétions inutiles ou nuisibles.
Beaucoup d'animaux sont ovipares, c'est-à-dire qu'ils se reproduisent par des œufs.	Une graine n'est autre chose qu'un œuf végétal.
Quelques zoophytes se multiplient par de petits individus qui se forment comme des tubercules autour de leur mère.	Beaucoup de plantes se multiplient de rejetons et de caïeux. Les conferves n'ont pas d'autre mode de reproduction que celui de ces polypes.
La plus grande partie des zoophytes ne sont formés que d'une substance molle et gélatineuse.	Tels sont les végétaux dont l'organisation nous paraît la plus simple.
Les insectes, les reptiles, et même quelques mammifères, peuvent être engourdis par le froid, sans donner signe de vie.	Les arbres des zones tempérées cessent de végéter pendant l'hiver.
Les animaux se nourrissent de fragments d'animaux et de végétaux, qui se décomposent dans leurs appareils digestifs, ainsi que de quelques substances minérales pures, par exemple, l'eau; ou combinées, les sels terreux, les oxydes métalliques, etc.	Les plantes se nourrissent des fluides résultant de la décomposition des animaux et des végétaux, et des substances minérales pures ou combinées, comme l'eau, les sels terreux, les oxydes métalliques, etc.
Dans les insectes, les fluides nourriciers traversent les parois d'un long tube intestinal, abreuvent les tissus organiques, et s'éla-	Dans les plantes, la séve circule dans les longs tubes qui forment le végétal, en abreuve toutes les parties, et se porte dans les feuilles où,

ANIMAUX.	PLANTES.
borent au contact de l'air, qui s'introduit par des stigmates ou pores respiratoires placés le long du corps, et qui circule dans toutes les parties de l'animal.	se trouvant en contact avec l'air et la lumière, elle se combine et s'identifie avec la substance de la plante.
D'autres animaux, parmi les zoophytes, ne se nourrissent que par une absorption des fluides, qui s'opère par toute leur surface.	Beaucoup de plantes sont absolument dans le même cas, et se nourrissent plutôt par imbibition que par l'absorption de leurs radicules.
Les animaux respirent; si on les plonge quelque temps dans un gaz pur, excepté l'oxygène, ils périssent asphyxiés : ils respirent de l'oxygène et exhalent de l'acide carbonique.	Les plantes respirent; si on les plonge quelque temps dans un gaz pur, autre que l'acide carbonique ou l'oxygène, elles meurent asphyxiées : elles s'approprient le carbone et exhalent de l'oxygène.

Ce tableau comparatif entre les *végétaux* et les *animaux* fait croire, au premier coup d'œil, que ces êtres sont si étroitement unis, dans les caractères essentiels de leur organisation, qu'il doit être impossible de les distinguer par un trait prononcé qui appartienne exclusivement aux uns ou aux autres. Mais, si les analogies de ces deux groupes d'*êtres organisés* se montrent surtout dans les espèces les moins parfaites, on peut aussi constater que les différences deviennent plus tranchées à mesure qu'on s'éloigne de ce point de départ. Le *Règne végétal* et le *Règne animal* forment, en quelque sorte, deux chaînes ascendantes partant l'une et l'autre d'un anneau commun, et s'écartant à mesure qu'elles s'élèvent.

Pour trouver une distinction absolue entre les *animaux* et les *végétaux*, ce n'est donc pas seulement dans les divers actes de la vie qu'il faut la chercher, c'est dans la composition chimique qui est propre à chacun de ces deux *ordres* d'êtres, et dans les modifications particulières de leur organisation.

Les *animaux* et les *végétaux* ont, les uns et les autres, un tissu aréolaire ou composé de mailles; leur accroissement ou développement se fait par les parties étrangères qu'ils s'in-

corporent; ils ont une respiration des fluides nourriciers, avant que ces fluides soient employés à leur développement; une transpiration et des excrétions, ou une sortie continuelle des molécules qui ont fait partie du corps; la mort arrive par un effet de la vie et par l'obstruction qu'amènent lentement, dans les mailles du réseau, les matières étrangères qui s'y accumulent; ils reproduisent, chacun dans son espèce, des êtres semblables à eux et destinés à remplacer ceux que la mort a détruits; enfin, leur composition chimique résulte d'une foule de substances qui ne sont retenues dans une sorte de combinaison que par l'action de la vie, et qui tendent à se disperser et se dispersent, en effet, dès que cet état a cessé.

Le tissu des *végétaux* est très-simple, et ce n'est que dans les *animaux* les moins parfaits qu'on peut rencontrer une structure aussi élémentaire. Les diverses parties d'une même plante sont tellement similaires qu'elles peuvent toutes se changer les unes dans les autres : c'est ainsi qu'on voit, dans certaines fleurs doubles, les étamines se changer en pétales, et dans les boutures, les branches devenir des racines; chaque portion de plante peut même devenir une plante entière.

Les *animaux* un peu élevés dans l'échelle ne présentent rien de pareil et leurs diverses parties ont des formes, des tissus et des éléments différents.

Le caractère le plus distinctif entre les *végétaux* et les *animaux* se trouve dans la manière dont s'opère la nutrition.

Les plantes n'ont aucune grande cavité intérieure où puisse être déposée leur nourriture; elles l'absorbent par les pores de leur surface et surtout par leurs racines et par leurs feuilles. Les animaux en absorbent bien aussi une partie par leur surface; mais, destinés à changer de lieu, ils ne pouvaient avoir de racines, et se trouvaient par là privés d'une source de nourriture à la fois abondante et continue. Pour y suppléer il était nécessaire qu'ils pussent prendre, à la fois, et emporter partout avec eux la matière alimentaire, pour en absorber ensuite à loisir les sucs utiles. Ce but est atteint par l'existence de leur cavité intestinale, surface intérieure

qui absorbe par ses pores les sucs des substances nutritives, comme la racine des plantes pompe ceux de la terre ; ce qui a fait dire à Boerhaave que les animaux ont leurs racines en dedans d'eux-mêmes : *Ventriculus sicut humus* ; comparaison ingénieuse déjà trouvée par Hippocrate, qui l'avait énoncée en ces termes : *Quemadmodum terra arboribus, ita animalibus ventriculus.*

Si l'on jette les yeux sur un végétal et sur un animal, on remarquera, tout d'abord, que, dans le premier, les principaux organes de la vie sont situés à l'extérieur, tandis que, chez le second, ils occupent des cavités creusées dans l'intérieur du corps. Cette première observation conduit bientôt à reconnaître l'influence de la locomotion, faculté qui manque aux végétaux, et dont les animaux jouissent. Les animaux pouvant, en effet, changer de place et ne restant pas constamment dans le même milieu, il n'était pas nécessaire que leurs pores absorbants s'ouvrissent à la périphérie du corps ; leurs aliments sont, intérieurement, dans un contact permanent avec les bouches de ces pores absorbants, en un mot, ils *digèrent*.

Nous l'avons déjà dit : l'organisation est en général beaucoup plus simple dans les végétaux que dans les animaux. Chez ceux-ci le mécanisme de la structure est compliqué en raison de la multiplicité des actes que l'animal devra exercer; on y trouve une foule de cordes, de poulies, de leviers, d'instruments de physique et même de chimie, que n'offrent pas les végétaux. Aussi tout animal auquel on retranche quelque partie en devient-il plus ou moins malade; chaque jour, au contraire, le jardinier taille des végétaux, et ils n'en vivent que mieux.

Le but et l'usage des organes des animaux sont presque toujours déterminés d'avance, on ne peut les changer en entier; il n'est, au contraire, aucune partie des végétaux dont on ne puisse modifier la destination.

En poursuivant encore l'énumération des différences que présentent les deux *Règnes organisés*, nous voyons que l'excès

d'azote paraît le caractère propre de l'organisation des animaux et que le carbone domine dans celle des végétaux. Il en résulte que les principes des matières animales peuvent subir des combinaisons beaucoup plus promptes et plus faciles, et que ces principes sont par conséquent plus diffusibles.

On comprend par là pourquoi les substances animales se décomposent incomparablement plus vite que les matières végétales. On le comprendra bien mieux encore, si l'on se rappelle que, dans les animaux, il y a proportionnellement plus de liquides que dans les végétaux ; que chez les premiers la matière fluide est souvent accumulée en masses plus ou moins considérables dans des réservoirs, tandis que chez les seconds elle est constamment divisée par molécules ou par filets très-fins dans des cellules étroites ou dans des vaisseaux.

La durée de la vie est différente chez les végétaux et chez les animaux. C'est chez les végétaux que se rencontrent, à la fois, des exemples de la vie la plus courte et des existences les plus prolongées : des champignons et des moisissures ne vivent, en effet, que quelques heures, mais sans parler du Boabab, qui traverse l'immensité des siècles, on sait que la longévité des plantes est en quelque sorte sans limite.

Pour nous résumer, nous voyons que les animaux se distinguent des végétaux par les deux caractères généraux suivants :

1° Ils peuvent changer de lieu et se mouvoir volontairement, tandis que les autres sont attachés par des racines au sol sur lequel ils se sont élevés.

2° Ils sont pourvus, pour l'accomplissement de leur nutrition, d'un sac intérieur dans lequel les aliments subissent une préparation spéciale, et où leurs principes assimilables sont absorbés par une foule de radicules. Les végétaux n'ont point ce sac intérieur : ils vont pomper dans les corps voisins les matériaux de leur nourriture, et cela à l'aide de racines extérieures.

Ce que nous avons exposé jusqu'ici semble ne laisser aucun doute sur les différences que révèle l'étude de l'*organisation végétale* et *animale*. Il ne nous est pourtant pas permis de

nous arrêter ici, car il y a certains êtres chez lesquels ces distinctions ne se laissent pas facilement surprendre, et nous devons en parler même succinctement. Dans l'échelle de l'organisation, les derniers des animaux, en effet, paraissent identiques aux derniers des végétaux ; et cette analogie dans les résultats a fait supposer qu'il y avait une certaine ressemblance dans les causes.

Les éponges et les coraux, implantés à la surface des rochers sous-marins, ne peuvent pas plus changer de place que le végétal le mieux caractérisé.

Dans beaucoup de plantes il existe des mouvements partiels qui rappellent ceux des animaux. C'est ainsi que les folioles des sensitives, celles du sainfoin de Barbarie, les cils qui bordent les feuilles de la dionée attrape-mouches, les feuilles de presque toutes les légumineuses, exécutent des mouvements plus apparents que ceux des gorgones et des coraux. Mais ces mouvements ne sont pas dirigés par une action volontaire et une détermination spontanée, et diffèrent essentiellement des mouvements volontaires des animaux. Il en est de même des mouvements de direction vers la lumière, des oscillations du sainfoin des bords du Gange, des anthères de la grenadille bleue, des étamines de l'épine-vinette ; des mouvements de rotation de la parnassie, du tournesol à grandes fleurs, de l'héliotrope suave du pays des Incas, des mouvements d'élasticité de l'aristoloche-siphon, etc., etc.

Les proportions de la taille offrent également de grandes différences chez les *végétaux* et chez les *animaux* ; un cèdre, un chêne et même un Baobab n'ont pas une masse supérieure à celle de la Baleine, tandis qu'on voit des animaux microscopiques plusieurs milliers de fois plus petits que les plus petites plantes connues, telles que les moisissures et les byssus.

Les différences qui résultent de la forme donnent lieu à la même observation. Si l'on excepte les champignons, toutes les plantes ont un port commun, un air de famille qui les fait aisément reconnaître. On ne voit rien de pareil dans les animaux : leur structure étant beaucoup plus compliquée, elle offrait plus d'éléments de combinaisons différentes, et la na-

ture s'est jouée avec beaucoup plus de liberté dans les dispositions multiples et variées de leur conformation.

Quant à l'élément dans lequel vivent les êtres organisés, nous voyons les plantes attachées à la surface du sol, soit du sol sec, soit du sol couvert d'eau ; les plantes aquatiques sont même en petit nombre en comparaison des autres. Il y a encore bien moins de plantes simplement nageant à la surface, et on en compte à peine une ou deux qui soient souterraines.

Les animaux sont beaucoup moins restreints dans leur domicile : ils couvrent la surface de la terre ; ils traversent les airs, ils peuplent les eaux ; plusieurs s'enfoncent sous le sol, et partout ils portent la vie et le mouvement.

Il est encore d'autres considérations qui établissent des différences entre les *végétaux* et les *animaux* : le nombre des *espèces*, par exemple.

Les *espèces* d'animaux sont beaucoup plus nombreuses que celles des plantes; il n'est presque pas de plante, en effet, qui n'ait quelque insecte particulier ; quelques-unes même en ont un grand nombre. Beaucoup d'animaux se nourrissent de substances animales, et d'autres dévorent indistinctement toutes sortes de plantes; quelques-unes rongent jusqu'aux pierres, les pholades, par exemple. Enfin la mer, qui n'a presque aucune plante, fourmille d'animaux de tout genre qui ne vivent qu'aux dépens les uns des autres.

CHAPITRE II

EXPOSITION GÉNÉRALE DES DIVERS ORGANES QUI CONSTITUENT UN ANIMAL ; RELATION DE LEURS DIVERSES FONCTIONS ; DESCRIPTION DES PRINCIPAUX TISSUS QUI LES COMPOSENT.

Le tableau que nous venons de tracer des rapports et des différences qui existent entre les végétaux et les animaux nous a conduits à l'étude spéciale de ces derniers que leur exis-

tence rapproche plus intimement du sujet de cet ouvrage. Nous allons donc examiner rapidement la structure élémentaire des animaux, les organes qui en font partie et le jeu qui les anime et les fait vivre.

La base du corps animal est un tissu spongieux dans lequel toutes les autres parties sont mêlées ou épanchées : on le nomme *tissu cellulaire*, parce qu'il est composé d'une multitude innombrable de petites cellules qui communiquent si exactement les unes avec les autres, qu'en soufflant dans un endroit de ce tissu on peut enfler tout le corps.

Ce tissu a la propriété de se contracter autant que les forces qui le distendent peuvent le lui permettre, et c'est par cette propriété qu'il unit dans des rapports constants les diverses parties du corps de l'animal.

Quand les mailles de ce tissu sont rapprochées, il forme des parties plus solides; on leur donne le nom de *membranes* lorsqu'elles sont étendues en longueur et en largeur, et de *fibres* lorsqu'elles ne le sont qu'en longueur seulement. Une membrane roulée en un canal cylindrique ou conique se nomme *vaisseau*. Dans beaucoup d'animaux, presque toutes les parties du corps ne sont formées que de vaisseaux entrelacés.

Un second élément du corps animal est la *fibre irritable*, *charnue* ou *musculaire* : sa forme est celle des filaments. La propriété de la fibre est de se raccourcir et de se mouvoir convulsivement, lorsqu'elle est touchée par quelque corps aigu ou par quelque liqueur âcre. Les muscles, qui sont les organes du mouvement volontaire, sont composés par ce tissu fibreux. La *fibre* entre aussi dans la constitution des membranes et des vaisseaux, dans lesquels elle produit diverses contractions nécessaires aux fonctions qu'ils doivent remplir.

Enfin le troisième et dernier élément solide est la substance *médullaire*. Elle ressemble à une bouillie homogène. Elle n'est ni contractile comme le tissu cellulaire, ni irritable comme la fibre musculaire ; mais elle jouit de la propriété merveilleuse d'être le conducteur des sensations, et l'instrument par lequel le principe immatériel de la volonté réagit sur les organes des mouvements.

Ces trois éléments forment tout l'édifice solide du corps animal. Le *tissu cellulaire*, rempli de matières salines, forme les os ; la *fibre*, liée en faisceaux par le tissu cellulaire, forme les muscles ; des membranes enveloppent le corps et le divisent en cavités : l'intestin n'est qu'un grand vaisseau revêtu de fibres charnues ; des vaisseaux plus petits et de divers ordres y prennent le fluide nourricier, le pompent au moyen des contractions qui se produisent dans leur texture, et portent dans chaque point du corps des molécules convenables, soit pour nourrir ce point, soit pour former de nouveaux fluides qui doivent être conduits ailleurs. Les *glandes* ne sont que des amas de ces vaisseaux particulièrement destinés à la production de fluides nouveaux. Un faisceau médullaire, nommé cerveau et moelle épinière, envoie des filets de la même substance, nommés nerfs, qui animent toutes les autres parties.

C'est par l'action convenable et proportionnée de ces solides que sont maintenus en bon état les fluides, renfermés dans des cavités qu'ils forment, ou transmis au travers de leur substance.

Quand on pousse aussi loin que possible l'analyse des organes du corps des animaux, c'est-à-dire quand on les traite par les procédés de la chimie, on obtient pour derniers résultats les substances élémentaires suivantes : le carbone, l'hydrogène, l'oxygène, l'azote, le phosphore, le soufre, le fer, le manganèse, le calcium, le sodium, le chlore, etc., etc. : ce sont là autant d'*éléments inorganiques* ou de principes constituants, indépendants du climat et du genre d'alimentation des individus dans l'organisation desquels on en démontre la présence.

La matière des organes n'a donc rien de particulier ; on la retrouve dans les corps inorganiques, et c'est d'eux en effet qu'elle est venue. C'est beaucoup moins sa nature que son arrangement qui la distingue ; elle pénètre sans cesse, tant que dure la vie, dans un centre qui se l'approprie et qui la rejette au bout de quelque temps ; sorte de mouvement de formation momentanée, pendant lequel la matière du corps animé change continuellement, tandis que la forme de celui-ci per-

siste. A la mort, elle tombe dans le repos ; mais l'arrangement de ses molécules, qui constitue l'*organisation*, reste le même, et c'est cet arrangement, cette *organisation* en repos, que l'anatomie décrit, sous ses différents aspects.

Les phénomènes par lesquels un animal révèle son existence ont pour cause l'action ou les actions d'une ou de plusieurs parties quelconques de son corps ; ces différentes parties, que l'on peut regarder comme autant d'instruments, portent le nom d'*organes*.

Lorsque plusieurs organes concourent à produire un phénomène, on désigne cette réunion d'instruments sous le nom d'*appareil*, et l'on appelle *fonction* l'action d'un de ces organes isolés ou de l'un de ces *appareils*.

Afin de mettre de la clarté dans la description des *organes* et de l'ordre dans l'histoire de leurs *fonctions*, les physiologistes ont divisé les phénomènes de la vie en différents groupes ; dans chacun de ces groupes sont enveloppées et comprises diverses actions qui sont en relations réciproques et qui tendent toutes vers un même but.

Ainsi, l'on a réuni sous le nom de *fonctions nutritives* tous les actes qui coopèrent à la nutrition de l'animal :

Soit qu'ils servent à enlever aux productions de la terre des substances qui sont alimentaires :

Soit qu'ils modifient ces substances alimentaires, en les réduisant en un suc qui puisse se mêler aux organes ;

Soit, enfin, qu'ils servent à charrier le suc nutritif dans la structure de ces organes, pour qu'en se combinant avec cette structure, ce suc en répare les pertes et en favorise l'accroissement.

On a ensuite réuni sous le nom de *fonctions de relation*, tous les actes qui mettent l'animal en rapport avec les êtres de la nature. A l'aide de ces fonctions, l'animal unit son existence avec celle de ses semblables, il s'en éloigne ou s'en rapproche suivant ses craintes ou ses besoins. Il est pourvu, à cet effet, d'un nombre assez considérable d'*organes* que l'on nomme *sentants*, qui lui servent à établir entre lui et le monde extérieur des relations aussi nombreuses que faciles. Ces organes lui

servent à connaître ce qui existe hors de lui ; par eux, il est l'habitant du monde, et non pas, comme le végétal, l'habitant du coin de terre sur lequel il est né. Il sent, il perçoit les corps qui l'environnent, se dirige d'après ces impressions et, quelquefois même, il peut manifester ses sensations, et communiquer au monde extérieur ses désirs et ses craintes, ses plaisirs et ses peines, par des gestes, par la voix, par la parole.

L'étude à laquelle nous allons maintenant nous livrer nous montrera souvent la relation de ces diverses fonctions les unes avec les autres, se prêtant sans cesse un concours mutuel ; elles sont, en effet, dans un état continuel de croisement, *in circulum abeuntes*, comme disait Hippocrate, et représentent un cercle dans lequel on ne peut indiquer ni le point où commence le travail, ni celui où il s'achève.

DEUXIÈME PARTIE

FONCTIONS NUTRITIVES.

DESCRIPTION DE L'APPAREIL DIGESTIF ET DE SES ANNEXES.

Fonctions nutritives.

On ne rencontre que chez les *Êtres organisés* cette fonction qui leur donne la faculté de se nourrir, c'est-à-dire de renouveler les matériaux dont leur corps se compose, en s'appropriant une partie des substances qui les environnent, et en rendant au monde extérieur des parties de leur propre substance. Lorsque ce mouvement intérieur s'arrête sans retour, ces êtres meurent; leur corps ne tarde pas à se détruire complétement, et, comme la durée de ce mouvement nutritif a une limite déterminée, la mort est, ainsi que nous l'avons déjà dit, une suite inévitable de la vie.

Ainsi tout être passe du simple au composé, en s'enrichissant graduellement de nouvelles acquisitions; et tout être retourne du composé au simple, pour rendre ses éléments à la nature.

Nos sens ne peuvent saisir l'assimilation permanente des molécules nutritives dans la texture de l'animal ou du végétal. Cet acte, qui consiste dans un mouvement continuel de composition et de décomposition, se passe dans la trame intime des tissus, il ne se révèle que par des faits qui sont imperceptibles, et ne se constate que dans ses résultats généraux.

Quels que soient les *Êtres organisés* chez lesquels on la considère, la *nutrition* s'accomplit par trois ordres d'actions distinctes :

1° L'*être*, soit végétal, soit animal, prend, en dehors de lui, les matériaux qui doivent servir à son accroissement ou à sa conservation;

2° Ces matériaux, convenablement élaborés, s'incorporent aux différentes parties de sa texture;

3° Les matériaux premiers qui le composaient et qui vont être remplacés, se retirent de toutes les parties, et sont rejetés au dehors.

Nous avons déjà vu que le *végétal* entretient *sa vie individuelle* :

1° En absorbant, par les racines, dans le sol, et par les tiges, dans l'atmosphère, les sucs qui lui sont propres;

2° En faisant circuler ces sucs dans toutes les parties, après les avoir élaborés et changés en *séve;*

3° En les incorporant à chaque organe.

On sait aussi qu'afin que le volume du végétal ne croisse pas indéfiniment, et qu'il y ait des déperditions dans la même proportion qu'il y a des acquisitions, les matériaux usés sont rejetés au dehors.

Si nous comparons maintenant ce mode de nutrition avec celui de l'*animal*, nous remarquerons deux différences considérables.

1° Chez l'animal, les aliments sont introduits dans une cavité particulière par une ouverture unique, tandis que, chez le végétal, la préhension des substances étrangères se fait pa toute la surface de l'être;

2° Chez le végétal cette préhension est involontaire et continue; chez l'animal, au contraire, elle est généralement volontaire et n'a lieu que par intervalles. Tout cela tient à ce que la nature a créé le *végétal* immobile, et l'a fixé au sol; tandis qu'elle a doué l'*animal* de la faculté de se mouvoir et, par conséquent, de se rapprocher des objets qui lui sont indiqués par ses besoins.

La cavité dans laquelle l'*animal* introduit les aliments, et dont le *végétal* est dépourvu, a été nommé *digestive*, et l'ac-

tion intérieure des organes qui les élaborent *digestion*. L'*animal* a donc une fonction de plus à ajouter à celles qui composent le mécanisme de la *nutrition végétale*.

Nous avons déjà fait remarquer que ces rapprochements sont d'autant plus faciles qu'on essaye de les établir dans un *végétal* d'une classe élevée et un *animal* d'un ordre inférieur; mais lorsqu'on cherche à saisir les phénomènes de la *nutrition*, dans les degrés supérieurs de l'échelle animale, on trouve qu'elle est le résultat d'actions compliquées qui sont en rapport avec l'organisation plus parfaite de ces êtres. En effet, si chez les végétaux d'une classe élevée, comme chez les animaux d'un ordre inférieur, l'influence de l'air extérieur s'exerce sur le fluide nutritif, au moment de sa formation et dans toutes les parties à la fois; chez les animaux supérieurs, ce fluide nutritif est soumis à une seconde élaboration spéciale; l'air atmosphérique s'introduit par un canal particulier, appelé *canal aérien*, dans un organe distinct et séparé, pour y être mis en contact immédiat avec lui : c'est cette digestion dont l'air est l'agent qu'on a désignée sous le nom de *respiration* et qui comprend plusieurs phénomènes secondaires indispensables à son intégrité.

Nous aurons plus tard à étudier, avec détail, les diverses actions nutritives; qu'il nous suffise, pour le moment, de les caractériser en quelques mots; ce sont :

1° La **Digestion**, par laquelle les aliments sont transformés en principes nutritifs, et en parties non assimilées qui doivent être expulsées de l'économie;

2° La **Respiration**, qui change, au moyen de l'air atmosphérique, le chyle, la lymphe et le sang veineux en sang artériel, ou fluide immédiatement nutritif et vivifiant;

3° La **Circulation**, qui fait pénétrer le sang dans la texture de tous les organes;

4° La **Calorification**, par laquelle l'animal produit et conserve une température propre, indépendante de celle des organes voisins et de celle du milieu dans lequel il est placé;

5° L'**Exhalation**, qui consiste dans la décomposition des

divers matériaux du sang, qui se séparent de ce fluide, pour s'amasser soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du corps;

6° La **Sécrétion**, en vertu de laquelle certains organes fabriquent avec le sang des fluides divers, qui tantôt doivent rentrer dans le cercle circulatoire, et tantôt doivent être rejetés hors du corps;

7° L'**Absorption**, qui recueille les diverses substances, tant celles qui viennent du dehors que celles qui proviennent de l'économie elle-même, et les transporte dans le torrent de la circulation.

Description de l'appareil digestif et de ses annexes.

Les phénomènes de la digestion se passent dans le trajet d'un canal qui s'étend depuis la *bouche* jusqu'à l'*anus*. Ce canal n'est pas uniforme; il présente de grandes et nombreuses différences qu'il est important de noter.

Son entrée, d'abord étroite, constituée par les lèvres, s'agrandit tout à coup, pour former une cavité ovalaire appelée *bouche*, dont les parties antérieures et latérales, circonscrites par les lèvres et les joues, sont garnies intérieurement de petits corps très-durs appelés *dents*.

Dans cette même cavité se trouvent encore la *langue*, qui goûte les aliments et leur sert de guide; et les *glandes salivaires* qui commencent la transformation de ces derniers en les humectant continuellement du fluide qu'elles préparent.

Après s'être élargi pour loger les organes dont nous venons de parler, le canal alimentaire se rétrécit peu à peu, il forme d'abord le *pharynx*, espèce de vestibule qui se continue un peu au-dessus du milieu du cou par un canal auquel on donne le nom d'*œsophage*. Sa forme est celle d'un cylindre un peu aplati. Il descend ainsi, appuyé sur la colonne vertébrale, en passant derrière le *cœur*, à travers la poitrine, jusqu'au-dessous du *diaphragme*, dans l'*abdomen* où il se dilate de nouveau pour former l'*estomac*, grand réservoir posé transversalement dans le bas-ventre, au-dessous et au-devant du foie, et assez semblable à une cornue. C'est là que les

aliments subissent la seconde et la plus importante préparation (pl. I et II, *e*).

Après l'estomac, dont il n'est séparé que par un rétrécissement nommé *pylore*, le tube digestif se continue par les *intestins grêles*, ainsi nommés à cause de leur étroitesse : c'est vers le milieu de la première portion de ces intestins, appelée *duodenum* à cause de sa longueur qui n'est que de douze travers de doigt, que se rendent la *bile* et le *suc pancréatique* produits par le foie et le pancréas (pl. I, *lambeau f, v, b, p*).

Les deux autres intestins grêles, le *jejunum* et l'*iléon*, formant seuls, par leur longueur, la moitié du canal alimentaire, sont retenus en paquet et fixés à la colonne vertébrale, au moyen d'une espèce de fraise ou d'éventail ouvert, qu'on a appelé *mésentère* (pl. II, *lambeau m*). Dans leur intérieur s'ouvrent les innombrables bouches des vaisseaux absorbants qui y puisent le *chyle*.

L'*iléon*, le dernier des intestins grêles, vient se terminer au *cœcum* où le canal alimentaire se dilate de nouveau, pour former une poche dans laquelle les aliments dont les parties assimilables ont été successivement absorbées le long du canal qu'ils ont parcouru, commencent à devenir matières fécales. Une fois arrivé au cœcum, le bol alimentaire ne peut plus remonter dans l'*iléon*, parce que cet intestin se termine par une espèce de soupape qui se ferme au moyen de la distension des parois du *cœcum* (pl. I, *cœ*).

Le *cœcum* se continue avec le *côlon*, dont la longueur est considérable et qui présente, à sa face intérieure, des replis saillants et épais et des cellules qui retardent la marche des aliments, et donnent ainsi aux vaisseaux absorbants, qui sont assez rares en ce point, la possibilité d'absorber les faibles quantités de chyle qui s'y trouvent entraînées (pl. I, *cœ, c, t, c, d*).

Enfin, le *côlon* vient s'emboucher dans le *rectum*, dernière modification du canal alimentaire, où les aliments se déposent en dernier lieu, après avoir acquis, en traversant le précédent intestin, tous les caractères des matières fécales. C'est de là que le résidu de la digestion est expulsé par l'*anus*.

La longueur ou la capacité de l'*intestin* est liée au régime des animaux. Chez ceux qui se nourrissent exclusivement de chair, elle est d'environ deux ou trois fois la longueur du corps; et chez ceux qui ne se nourrissent que de matières végétales, elle est en général au moins de douze à quinze fois cette étendue.

Pour ne citer que quelques exemples pris dans des points extrêmes :

Dans l'*homme*, qui est *omnivore*, cette étendue est à la longueur du corps :: 1 : 7 ;

Dans la *noctule*, espèce de chauve-souris très-carnassière, on trouve la proportion de 1 : 2 ;

Dans le *bélier*, celle de 1 : 27.

Chez le *têtard* ou larve de la grenouille, qui se nourrit de végétaux, elle est :: 1 : 10 ;

Chez la *grenouille*, qui se nourrit d'animaux, elle est de 1 : 2.

En général, la longueur va en diminuant des mammifères aux poissons. Lorsque la longueur du canal intestinal d'un animal s'éloigne beaucoup de celle que présente le canal des animaux très-voisins de lui, dont les habitudes sont cependant les mêmes, la relation s'établit par une autre dimension du canal intestinal; l'on constate alors que la largeur est bien différente et que cette dimension est d'autant plus grande que le canal intestinal est plus court.

Les annexes du tube digestif sont : les dents, les glandes salivaires, le foie, le pancréas, la rate et les glandes développées entre les membranes de l'intestin et qui communiquent avec sa surface intérieure, au moyen de petits canaux, de façon à y verser les sucs particuliers qu'elles préparent.

Dents.

Les *dents* sont de petits corps extrêmement durs, implantés dans les alvéoles, et qui forment, par leurs séries non interrompues, ce qu'on appelle les arcades dentaires.

Il y a trois substances dans les dents : la substance tubuleuse ou dentaire proprement dite, qui en fait la masse prin-

cîpale, l'émail de la couronne, et la matière corticale des racines. Au premier aspect, elles ressemblent à de petits os, et cependant leur constitution en diffère. Les os vivent et se nourrissent sans cesse; les dents, au contraire, ne sont pas le siége d'un mouvement nutritif, les matériaux dont elles sont formées ne se renouvellent pas. Les dents sont sécrétées par de petits sacs membraneux nommés *capsules* ou *matrices*, au fond desquels on rencontre un petit noyau pulpeux appelé *germe*. Ces *germes*, formés de filets nerveux et d'un grand nombre de vaisseaux sanguins, laissent transsuder une humeur gélatineuse qui remplit la capsule. La surface de cette capsule est bientôt couverte de granulations pierreuses qui se multiplient et se confondent, en enveloppant le noyau pulpeux ou bulbe dentaire et en se moulant exactement sur le germe. Le volume de la dent s'augmente ainsi par l'addition des couches pierreuses successives et concentriques de deux organes emboîtés l'un dans l'autre, et le germe se trouve renfermé dans un canal qui occupe le milieu du corps de la dent et diminue progressivement.

Lorsque le germe dentaire n'adhère au fond de la capsule que par un seul point, la dent ne se termine que par un seul tube ou racine; mais lorsqu'il y tient par plusieurs points, la matière pierreuse qu'il sécrète pénètre entre les pédoncules, enveloppe le dessous du noyau et forme alors, en se prolongeant, autant de tubes ou de racines qu'il y a de points d'adhérence.

Toute la partie centrale sécrétée par le germe se nomme l'*ivoire*. En même temps qu'il se dépose par lames dans l'intérieur de la dent, la surface de celle-ci se couvre d'une autre substance que sécrète la capsule. Cette liqueur particulière s'épanche en gouttelettes, elle sort d'une multitude de petites vésicules, disposées avec ordre vers la partie supérieure du sac membraneux qui enveloppe le germe; elle s'épaissit ensuite pour former cette espèce de vernis d'un blanc laiteux et très-dur que l'on appelle *émail* et qui protége les dents contre l'usure qui, à la longue, doit résulter du frottement des dents les unes contre les autres.

Le tissu de l'émail est compacte et fibreux, et sa dureté est si grande qu'il fait feu comme le caillou. La dent est composée d'un tiers en poids de matière animale. Des sels minéraux, tels que le phosphate de chaux allié au fluorure de calcium et le carbonate de chaux, représentent les deux autres tiers. Quant à l'émail, il donne à l'analyse 1 pour 100 de matière animale, 88 pour 100 de phosphate de chaux et le reste de carbonate de chaux.

Les dents ont en général une direction presque verticale ; elles offrent trois parties distinctes :

1° Le corps ou la couronne, partie libre, recouverte, ainsi que nous venons de le dire plus haut, d'un émail plus ou moins épais, destiné à préserver ces petits os de l'impression du froid et du chaud ;

2° Le col ou collet, ligne circulaire où semblent finir l'émail et la gencive ;

3° La racine ; celle-ci, plus ou moins profondément cachée dans le bord alvéolaire, est simple ou multiple, selon l'espèce de dent ; elle est rarement quintuple.

La forme et le volume des dents sont variables : on les divise en trois sortes : 1° les incisives ou cunéiformes qui coupent à la manière d'un couteau ; 2° les canines qui perforent et dissocient les aliments fibreux ; 3° les molaires qui présentent de véritables surfaces de mastication (pl. VII, *fig.* 3, 4, 5).

La troisième dent grosse molaire reçoit aussi le nom de *dent de sagesse*.

Les incisives centrales supérieures offrent beaucoup plus de largeur que les inférieures.

Les dents sont formées par le développement de germes que l'on commence à apercevoir, chez le fœtus humain, pendant le second mois de son existence dans le sein maternel. Ces germes s'accroissent rapidement et prennent peu à peu la forme de la couronne de la dent.

L'ossification des germes commence du troisième au sixième mois du fœtus, se montrant au sommet des papilles sous forme de petites écailles osseuses. Il n'en existe qu'une seule pour chaque incisive ou canine ; quant aux molaires,

il y en a autant qu'elles présentent de tubercules distincts.

Une alvéole est simple ou divisée en plusieurs cavités, suivant que la dent qu'elle reçoit a une ou plusieurs racines. Les racines des dents ont pour but d'assurer leur adhérence avec les mâchoires dont le bord est revêtu d'une membrane fibreuse nommée gencive : cette gencive environne exactement le collet de la dent.

La manière dont les dents sont fixées dans leurs alvéoles respectives varie.

Les dents incisives (*id.* 3) ont une racine simple ; les dents canines et les deux premières molaires ou petites molaires (*id.* 4) n'ont qu'une racine ; les grosses molaires (*id.* 5) ont deux, trois et quelquefois même quatre racines.

Les dents se forment dans l'intérieur de la mâchoire et, à mesure qu'elles grandissent, elles s'élèvent, traversent la gencive et se montrent au dehors.

Chez l'enfant nouveau-né on n'en voit pas encore ; elles ne commencent à se développer que vers les deux tiers de la première année, et celles qui paraissent alors ne sont destinées à rester que peu de temps dans la bouche ; leur apparition se fait dans l'ordre suivant : incisives moyennes inférieures. — Incisives moyennes supérieures. — Incisives externes inférieures. — Incisives externes supérieures. —

Vers le 15e mois, les premières molaires inférieures. — Les premières molaires supérieures. — Les deux canines inférieures. — Les deux canines supérieures. — Les deux secondes molaires inférieures. — Les deux secondes molaires supérieures.

Vers l'âge de sept ans ces dents commencent à tomber pour faire place à d'autres. On donne le nom de *dents de lait* à la première série, qui est propre à l'enfance.

L'évolution des dents de remplacement se fait à peu près dans l'ordre suivant :

Les quatre premières grosses molaires et les deux incisives centrales inférieures..... de 6 à 7 ans.
Les deux incisives centrales supérieures.. de 8 à 10
Les quatre latérales..... de 9 à 11

Les quatre premières petites molaires...	de 10 à 12 ans.
Les quatre canines.....	de 10 à 13 —
Les quatre deuxièmes petites molaires...	de 12 à 14 —
Les quatre deuxièmes grosses molaires..	de 13 à 17 —
Les quatre dernières molaires, dites de sagesse.....	de 20 à 25 —

La dent est une pyramide qui, pressée perpendiculairement contre l'arcade dentaire, ne peut céder dans cette direction; elle ne pourrait comprimer la pulpe nerveuse, qu'en faisant éclater l'alvéole; c'est pour cela que les dents branlantes sont douloureuses.

Les seuls changements naturels et appréciables que les dents éprouvent après leur accroissement sont : l'ossification de la pulpe, l'atrophie des vaisseaux et nerfs dentaires, l'oblitération du canal dentaire, l'usure et la sortie progressive des dents, qui finissent par tomber souvent même avant la vieillesse.

Glandes salivaires.

Les liquides qui se mêlent aux aliments dans la bouche proviennent de deux sources : ou ils y ont été apportés par les aliments eux-mêmes, telles sont les boissons; ou ils y sont versés, en assez grande abondance, par des follicules muqueux que l'on observe à l'intérieur des joues, à l'union des lèvres et des gencives, sur le dos de la langue, sur le voile du palais, et surtout par les six glandes placées dans la bouche ou dans l'épaisseur de ses parois, et qui portent le nom de *parotides sous-maxillaires sublinguales*.

Les *glandes parotides* sont placées sous la peau, entre l'oreille et la mâchoire; elles s'ouvrent dans la bouche par un canal placé dans l'épaisseur des joues.

Les *glandes sous-maxillaires* sont placées en dedans de la partie moyenne de la mâchoire inférieure; le canal qui porte la salive formée par ces glandes s'ouvre près du filet de la la langue.

Enfin les *glandes sublinguales* sont logées sous la langue, au-devant des précédentes.

Ces *glandes salivaires*, excitées d'abord par le désir, ensuite par la présence des aliments,fournissent une plus grande quantité de salive qui pénètre ceux-ci, les ramollit de façon à aider leur déglutition, et qui a, par son ferment, comme nous le verrons plus tard, une action spéciale sur les aliments féculents.

Foie.

Le foie est une glande volumineuse sécrétant un liquide d'un jaune verdâtre qui est généralement versé dans l'intestin qui suit l'estomac. Situé à la partie supérieure de l'abdomen, dans l'hypocondre droit, au niveau de l'estomac auquel il semble faire contre-poids, il représente une masse charnue, d'un rouge plus ou moins brun. Il est divisé en plusieurs lobes et donne place, dans sa face inférieure, à une vésicule verdâtre remplie de bile et que l'on nomme *vésicule biliaire* ou *fiel*.

C'est de cette vésicule que part le canal cystique. Un autre canal qui résulte de la réunion d'un grand nombre de canaux capillaires, naissant dans les molécules intégrantes du foie et que l'on nomme *hépatique*, se réunit au canal *cystique* pour former le canal *cholédoque* qui porte dans l'intestin *duodenum* la bile sécrétée par le foie (pl. I, *f*, *v*, *b*).

La *bile* est un liquide visqueux, filant, verdâtre et d'une saveur à la fois douce et amère. Elle est toujours alcaline ; on y trouve, dissous dans l'eau, un sel formé de soude unie à un acide gras de nature particulière, de la cholestérine, un principe colorant, un peu d'oléate ou de margarate de soude et du mucus. Cette humeur est le produit d'un travail d'élimination considérable qui se produit dans la texture intime du foie, et, à ce titre, c'est un liquide excrémentitiel, comme la sueur, les larmes, etc. Elle remplit un autre rôle, c'est d'opérer la solubilité des substances grasses, en les *émulsionnant*.

Pancréas.

Un autre glande située près de l'estomac, et nommée *pancréas*, verse, de son côté, le suc qu'elle sécrète dans la cavité du

duodenum; c'est une masse granuleuse qui, chez l'homme, est divisée en un grand nombre de lobes et de lobules, de consistance assez ferme, de couleur blanc grisâtre tirant un peu sur le rouge, et qui est placée en travers entre l'estomac et la colonne vertébrale. Chacune des granulations qui la forment donne naissance à un petit conduit excréteur, et tous ces conduits se réunissent, à la manière des veines, pour former un canal qui s'ouvre dans le *duodenum* près de l'embouchure du canal *cholédoque* (pl. I, *lambeau p*).

Rate.

La rate est un corps, d'un rouge violacé, placé à gauche de l'estomac (pl. I, *r*). On ignore encore les véritables usages de la rate; mais comme son tissu, de nature spongieuse, est fréquemment pénétré d'une assez grande quantité de sang, on admet que cet organe fait subir au sang qui le remplit, des modifications particulières qui le rendent propre à jouer un rôle dans la digestion. Il n'y a pas jusqu'au voisinage de la rate et de l'estomac qui ne semble justifier l'opinion que des relations intimes existent entre ces deux organes. Quoi qu'il en soit, il faut bien le reconnaître, le rôle de la rate n'est pas indispensable à l'intégrité des fonctions vitales, car elle a pu être impunément enlevée dans des animaux.

NATURE DES ALIMENTS. — RÉGIME ALIMENTAIRE.

La DIGESTION a pour objet la réparation des pertes incessantes de l'économie, par la transformation des aliments en substances absorbables qui puissent être introduites, comme liquide nutritif, dans les tissus qui nous constituent.

Divers organes et diverses fonctions servent à produire ce résultat par lequel les substances étrangères à l'animal s'introduisent dans les voies digestives, changent de qualité et fournissent un composé nouveau. Mais il est une question qui doit être traitée avant la Digestion elle-même, c'est celle de l'Alimentation.

Nature des aliments

On donne le nom d'*aliment*, de *alere*, nourrir, à toute matière qui, introduite dans les voies digestives et absorbée, s'incorpore aux tissus, entretient la substance vivante, et répare les pertes éprouvées par l'organisme dans l'exercice des fonctions vitales.

L'alimentation de l'homme n'est pas limitée à telle ou telle substance végétale ou animale, il est omnivore. Quand les faits ne prouveraient pas cette assertion, elle serait démontrée par la structure de son appareil digestif. Destiné, dans des vues providentielles, à peupler l'univers, il avait, en effet, besoin d'une organisation spéciale qui le rendît indépendant des lieux et des climats.

L'alimentation humaine suppose l'emploi de matières végétales et de matières animales ; les matières minérales y figurent aussi, dans une proportion minime, il est vrai, mais qui n'empêche pas que leur rôle ne soit important. Le chlorure de sodium, le phosphate de chaux, le soufre, le phosphore, le fer, sont introduits dans notre organisme, soit pour concourir au renouvellement de nos parties solides et liquides, soit pour favoriser la sécrétion des sucs et aider à l'acte de la digestion.

Pour qu'une substance, quelle que soit son origine, végétale, animale ou minérale, serve à la nutrition et devienne un *aliment*, il faut qu'elle soit soluble dans les sucs digestifs, afin qu'en cet état elle soit absorbée.

Les aliments d'origine animale qui forment le plus généralement le fond de l'alimentation humaine sont les animaux de boucherie, la volaille, le gibier, le poisson, les mollusques, les crustacés et quelques substances composées, appartenant à la même catégorie : le lait, les œufs, le beurre, la graisse, le miel, etc., etc.

Les aliments d'origine végétale sont : les céréales, les légumes, les herbes potagères ou autres et les substances répandues dans la structure des végétaux : le sucre, les gommes, etc., etc.

Toutes ces matières alimentaires ont une composition com-

plexe, et il serait très-long et sans utilité réelle d'étudier, successivement, comment chacun de leurs éléments se comporte dans les actions et réactions qu'offre l'ensemble des phénomènes digestifs. Un pareil travail entraînerait, en outre, des répétitions continuelles.

Or, comme toutes ces substances présentent des *principes* immédiats qui leur sont communs et sur lesquels les sucs préparés par les *annexes* du tube digestif agissent de la même manière, on a simplifié l'étude de la digestion en recherchant les transformations que produit le mélange de ces sucs non dans l'aliment complexe : chair, lait, graisse, miel, sucre, gomme, etc., etc., mais dans les principes immédiats appartenant aux uns et aux autres.

En soumettant à l'analyse les matières de nos aliments d'origine végétale ou animale, qu'y trouve-t on comme *éléments chimiques?* Les éléments que nous avons vus figurer dans toute substance organique : carbone, hydrogène, oxygène, azote et, parfois, quelques traces de phosphore et de soufre.

Or, ces éléments constituent, par leur association, et dans des proportions diverses, les *principes immédiats* des aliments et, suivant que ces principes contiennent ou non de l'azote, on les a distingués en : *principes immédiats azotés* qui sont des composés quaternaires et *principes immédiats non azotés*, qui sont des composés ternaires.

Ces deux groupes de principes peuvent se trouver, les uns et les autres, dans des aliments d'origine ou animale ou végétale; mais les *principes azotés* dominent dans les substances animales, et les *principes non azotés* se rencontrent plus particulièrement dans les substances végétales.

1° Principes azotés. — Composés quaternaires, constitués par du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène, de l'azote.

Les *principes immédiats azotés* produits par les aliments d'origine animale sont la *fibrine* que l'on rencontre particulièrement dans le sang, dans la chair; l'*albumine* que montrent les œufs, la substance nerveuse (cervelle), les glandes, le sang; la *caséine* fournie par le lait, le fromage; la *gélatine* qu'on

extrait de la peau, des os, des tendons ; l'*osmazome* qui forme la partie essentielle du bouillon.

Les *principes immédiats azotés* produits par les aliments d'origine végétale sont : la *fibrine végétale* ou *gluten* qu'on trouve dans les graines des céréales et beaucoup d'autres graines ; l'*albumine végétale* qu'on rencontre dans les graines émulsives et dans les sucs végétaux ; la *caséine végétale* ou *légumine* contenue dans les pois, les féves, les lentilles, les haricots, etc.

2° Principes non azotés — composés ternaires renfermant les mêmes éléments que les autres, moins l'azote.

Les *principes immédiats non azotés* produits par les aliments d'origine animale ont été réunis sous le nom collectif de matières grasses ; ce sont : la graisse qui se trouve abondamment sous la peau, dans les membranes mésentériques qui soutiennent l'intestin, dans le tissu spongieux des os, dans la substance nerveuse et dans le tissu cellulaire de tout le corps, le beurre qui existe dans le lait ; les *matières saccharoïdes animales,* ainsi nommées parce qu'elles peuvent se transformer en *sucre animal* et qu'on rencontre dans le lait, dans le sang, dans la substance du foie ; le miel, production sucrée sécrétée par les abeilles.

Les *principes immédiats non azotés* produits par les aliments d'origine végétale sont aussi appelés *principes amylacés*, parce que l'amidon leur sert généralement de type. Ce sont : l'amidon ou fécule, matière abondamment répandue dans les végétaux et que présentent, en grande proportion, la pomme de terre, les graines des céréales, des légumineuses ; la dextrine qui n'est autre chose que de la *fécule* transformée, sans changement de composition chimique et devenue ainsi soluble, d'insoluble qu'elle est, à l'état de *fécule* : on la trouve partout où est la fécule elle-même ; la *dextrine* se manifeste aussi à une certaine période du développement de la plante, ou de la fermentation du grain : le *sucre végétal* qu'on trouve dans presque tous les fruits, dans la racine et dans la tige d'un grand nombre de végétaux ; la *gomme* et les *mucilages* qu'on trouve dans les plantes, soit coulant spontanément de leur substance, soit enveloppant sous un état visqueux, les

graines; l'*huile* qui existe dans certains tubercules et dans un grand nombre de graines.

Dans les recherches qui ont établi une théorie toute nouvelle de la digestion, on ne s'est pas borné aux distinctions que nous venons d'exposer sur les *principes* en lesquels sont réductibles les diverses substances alimentaires, on a aussi voulu envisager les aliments sous le rapport de leur *destination physiologique*, et c'est en se plaçant à ce point de vue qu'on les a partagés, sans distinction d'origine, en deux groupes :

1° Ceux qui suffisent aux besoins de l'assimilation, et qu'à cause de cette circonstance on nomme *plastiques ;*

2° Ceux qui contiennent des produits que la respiration consomme ou transforme, et qu'en raison de ce fait on a nommés *respiratoires.*

M. Dumas est le premier qui ait fait voir que la digestion se composait de deux ordres de phénomènes :

L'assimilation ;

La combustion respiratoire.

Tout régime qui n'introduit pas dans le sang les éléments nécessaires à l'entretien de ces deux phénomènes conduit tôt ou tard à l'inanition. En effet chaque être vivant, pour assurer son existence, doit, avant tout, développer, dans un temps donné, une certaine quantité de chaleur ; il doit donc aussi recevoir, dans le même espace de temps, une certaine quantité d'éléments combustibles. Il doit aussi s'assimiler des matériaux qui réparent ses pertes incessantes et favorisent son accroissement. Réduite à des aliments *plastiques* ou à des aliments *respiratoires*, la nourriture serait insuffisante : ou parce qu'elle ne réparerait pas les pertes qui ont lieu par diverses sécrétions qui ne cessent de se manifester, même durant la diète la plus absolue, ou parce qu'elle ne donnerait pas de matériaux, pour l'entretien de la chaleur animale.

Régime alimentaire.

Nous avons dit que l'homme, par son organisation, avait

besoin d'aliments végétaux et animaux ; ses forces physiques et ses facultés intellectuelles lui permettant d'habiter toutes les contrées de la terre, il y avait nécessité pour lui d'être omnivore. Si les plaines de la Laponie, les rivages de la mer Glaciale, les steppes glacées du Groënland étaient destinés par la nature à être les habitations de l'homme, comment, en effet, serait-il herbivore ? Il lui serait impossible de se procurer des végétaux sur une terre toujours couverte de glace et de neige.

Malgré cette faculté qu'a l'homme de se nourrir indistinctement de végétaux et d'animaux, il est néanmoins soumis, sous ce rapport, à l'influence des climats ; de sorte que tel aliment, très-convenable pour lui dans un pays, cesse de l'être dans un autre. En général, plus on s'avance vers le nord, et plus on remarque le besoin, on pourrait dire la nécessité, d'une nourriture animale.

Sous les tropiques, où les substances animales répugnent autant qu'elles nuisent, on recherche les substances sucrées et l'on voit naître le riz, la patate, le maïs, le manioc, le millet, l'arbre à pain, tous les fruits aqueux et mucilagineux.

En quittant cette zone, on entre dans celle où croît le froment qui unit à la fécule un principe particulier, le gluten, ou *fibrine végétale* douée de toutes les propriétés des substances animales, puisque son analyse fournit de l'azote. C'est donc par un passage gradué, et pour ainsi dire insensible, que la nature procure à l'homme ce qui lui est nécessaire. Dans la zone dont nous parlons, il n'y a pas que le blé qui contienne un principe qui le rapproche des substances animales, on en trouve encore un dans la châtaigne, qui fait l'unique ressource de quelques provinces montagneuses de la France et de l'Italie ; mais ce n'est plus du gluten que contient cette dernière substance, c'est de l'albumine, et dans des quantités considérables.

On commence à manger de la viande dans les pays qui se trouvent entre l'Atlas et la Méditerranée. Cette consommation devient plus grande en Espagne, plus considérable en

France ; elle est énorme en Angleterre et dans le nord de l'Allemagne ; enfin, dans les régions glacées, l'alimentation purement animale est la seule qui puisse faire surmonter l'influence débilitante du froid. Le Groënlandais, le Kamtchadale, etc., dévorent les phoques et les ours marins ; leur pain n'est composé que de chair de poissons desséchés et pulvérisés, et il n'est pas de mets plus délicats pour eux, qu'un hareng trempé dans de l'huile de baleine.

Cet aperçu sommaire des changements que comporte l'alimentation de l'homme montre la nécessité de modifier les aliments, suivant les climats ; et si cela est vrai pour la population prise en masse, à plus forte raison faut-il le faire lorsqu'il s'agit d'ouvriers dont on exige un grand déploiement de forces. Le nègre et l'Arabe, transportés dans nos régions, ont besoin de la même nourriture que nos artisans dont ils partagent les travaux et, lorsque ces derniers passent dans les climats intertropicaux, ils compromettraient leur existence s'ils ne modifiaient pas leur manière de vivre.

La nourriture animale est aussi salutaire pour l'Esquimau que la nourriture variée est nécessaire à d'autres hommes. Les Russes, qui habitent l'hiver la Nouvelle-Zemble, doivent, pour conserver leur santé, imiter les Samoïèdes, manger la chair crue et boire le sang du renne. Il serait difficile, sous l'équateur, de nourrir les troupeaux nécessaires à la subsistance des habitants. Des pluies périodiques, des inondations et l'action prolongée d'un soleil brûlant détruisent les pâturages. Mais la nature a remédié à cet inconvénient en faisant naître la noix de coco, le sagou, la banane et quantité de tiges, de racines et de graines nutritives. Ainsi nous voyons que la nourriture végétale est plus salutaire sous la zone torride. Un régime exclusivement animal y exposerait l'homme à toutes les maladies épidémiques qui naissent de la putréfaction des animaux dans les pays bas et humides.

On voit donc que l'homme, loin d'être indépendant du climat et du sol, est très-souvent esclave de ces conditions, et que ses manifestations morales et physiques sont liées à ces influences. C'est le sol qui fournit à l'homme sa nourriture, et c'est du

sol aussi que viennent les exhalaisons malsaines qu'il respire dans l'air. Sous les tropiques, l'homme, toujours exposé à de fortes chaleurs, a le tempérament nerveux, et son activité vasculaire est sans cesse fortement excitée, malgré des téguments qui mettent son corps à l'abri de l'ardeur du soleil.

Le choix des aliments est très-important pour le maintien de la santé, car, sans manger trop, on peut se nourrir de substances dont l'usage prolongé devienne nuisible. On doit éviter les ragoûts fortement épicés dont l'action sur l'estomac et la réaction sur la peau sont des plus funestes. Les maladies de la peau et de l'appareil digestif sont dues, en grande partie, à l'abus des salaisons. La soupe, cette nourriture fondamentale de nos pays, est sans contredit le meilleur aliment. Mais, pour suffire à l'homme qui travaille, il faut qu'elle soit faite avec du bouillon de viande, et l'on a remarqué que l'homme nourri de viande exécute, en un temps donné, plus d'ouvrage que celui dont la nourriture est principalement végétale.

Les enfants doivent, en général, être nourris de lait jusqu'à l'apparition des premières dents.

Quant aux boissons, l'eau est sans contredit la meilleure de toutes et celle dont l'homme peut le moins se passer. Quand il s'agit d'apaiser la soif, c'est celle qui remplit le mieux ce but. Toutes les eaux ne sont pas également bonnes, et le choix à faire entre celles qui sont potables est très-important. Les eaux chargées de sels calcaires, celles des puits de Paris ou de la Beauce, par exemple, altèrent rapidement l'émail des dents; les eaux de source, et en général les eaux stagnantes ou coulant avec lenteur, sont de digestion difficile. Les habitants de la campagne savent très-bien apprécier les eaux qu'un cours rapide et accidenté mélange d'une grande quantité d'air, et ils choisissent celles qui sont le plus battues.

On trouve de l'avantage à mêler à l'eau certains acides, comme l'acide sulfurique, le vinaigre et le suc de citron. L'addition de ces acides peut rendre moins sensible l'usage des eaux insalubres que la nécessité contraint quelquefois de boire. Le mélange du vinaigre dans l'eau semble désaltérer mieux que l'eau pure, mais il a l'inconvénient d'exciter la

transpiration, et l'on sait que la sueur amène l'affaiblissement. Le jus de citron a une action tonique qui augmente les forces, et il est préférable pour aciduler l'eau. A l'état de santé, les boissons froides sont préférables aux boissons chaudes; cependant, quand on a chaud, on doit se garder de boire un liquide froid; les affections de poitrine les plus graves sont presque toujours les suites d'une pareille imprudence. Le lait froid, quand on a chaud, est encore plus funeste que l'eau. Le vin, pris avec modération, est d'un usage excellent pour la santé. L'homme sage doit savoir la quantité qui lui convient. A quelques-uns, il suffit d'un verre de bon vin par jour, et le travailleur le plus robuste doit se contenter d'une bouteille. La bière est une ressource précieuse pour l'homme qui n'a pas le moyen d'acheter du vin; c'est une boisson tonique, nourrissante, très-convenable pour les personnes nerveuses. La bière non fermentée est d'une digestion assez difficile. L'eau-de-vie et les spiritueux sont dangereux pour les voies digestives, ils peuvent toujours être remplacés par le vin, qui donne plus de force et soutient plus longtemps que l'eau-de-vie ; c'est surtout à jeun que les liqueurs alcooliques ont de si funestes effets.

Les causes les plus fréquentes des maladies résident, en effet, dans la mauvaise qualité des aliments et des boissons, ainsi que dans l'intempérance. « Lorsque je vois, disait Addison, ces tables à la mode couvertes de toutes les richesses des quatre parties du monde, je m'imagine voir la goutte, l'hydropisie, la fièvre, la léthargie et la plupart des autres maladies cachées en embuscade sous chaque plat. » Cette pensée de l'illustre auteur des *Essais sur le goût* vaut, à elle seule, un long traité sur le *Régime*, et, en la méditant, on éviterait presque toutes les occasions de trouble dans la santé. La tempérance consiste, en effet, à ne point prendre d'aliments au delà du besoin qui nous est indiqué par la faim naturelle, et à ne faire usage que de ceux qui sont les plus simples.

Mais la somme de quantité nutritive n'est pas le seul point qui doit préoccuper le physiologiste, il n'est pas moins indispensable de surveiller la qualité des aliments. Qui ne sait qu'il y a une infinité de causes qui peuvent les altérer et les ren-

dre plus ou moins salubres? L'irrégularité des saisons leur imprime quelquefois des qualités malfaisantes qu'ils éprouvent aussi pour avoir été gardés trop longtemps. C'est une méthode très-blâmable que celle de laver les grains, et, quoiqu'ils restent peu de temps dans l'eau, celle-ci les pénètre et les gonfle ; il s'y excite un mouvement intestin qui altère sensiblement le gluten. On trouve quelquefois de grands tas de blés entièrement gâtés, et dont l'altération dépend uniquement de cette cause.

La viande conservée sans préparation devient très-malsaine et elle est d'un usage très-nuisible, dans un court espace de temps. Toutes les substances animales tendent naturellement à la putréfaction, et elles se corrompent bien vite dès qu'elles sont privées de la vie. S'il est vrai qu'un léger degré de fermentation attendrisse les chairs des animaux et les rende plus solubles, dès que cette altération passe certaines bornes, elles sont repoussées par le goût et, introduites dans l'estomac, elles portent dans l'organisation des principes malfaisants qui occasionnent de graves maladies.

Le régime ne doit pas être uniforme, et il est bon de varier les aliments, sans cependant abuser de ce précepte. Quels qu'ils soient, du reste, il convient de ne manger que d'un ou deux mets à chaque repas, d'y mettre le moins d'apprêt possible, car les assaisonnements très-épicés irritent les sens du goût, excitent immodérément l'appétit et troublent les organes de la digestion.

Il n'est pas prudent de garder le pain trop longtemps : le meilleur s'altère. Le pain chaud est indigeste; — le pain bis est moins nourrissant que le pain blanc ; celui qui contient duson moisit promptement ; — le pain de froment est le meilleur.

La chair de poisson est moins nourrissante. La viande des jeunes animaux (la chair blanche) contient moins de sucs nutritifs que celle de l'animal qui est parvenu à son entier développement.

Les aliments féculents sont de facile digestion : ils nourrissent beaucoup. Quant aux végétaux herbacés, ils sont peu

nutritifs ; les fruits le sont moins encore, et l'on doit s'en abstenir lorsqu'ils ne sont pas bien mûrs.

Rien n'est subordonné à l'habitude comme le nombre des repas. On peut en faire plusieurs dans la journée, mais avant d'en commencer un autre, il faut toujours attendre que la digestion du repas précédent soit faite, et, pour cela, quatre heures au moins sont nécessaires. Les enfants doivent manger plus souvent que les adultes et les vieillards, parce qu'ils ont besoin de croître, tandis que les autres n'ont qu'à réparer les pertes qu'ils ont faites. On devra graduer avec prudence tout changement d'alimentation ; car des aliments peu sains, mais auxquels l'estomac est habitué, sont souvent préférables à une nourriture plus salubre, mais dont on n'a pas l'habitude.

A un âge avancé, l'homme devra faire plusieurs repas dans la journée pour ne pas fatiguer son estomac. Un seul repas par jour expose à de fréquentes indigestions.

Il est des signes qui font juger que la digestion s'opère d'une façon satisfaisante : c'est lorsqu'on a de l'appétit, et que l'on ne sent ni besoins irréguliers, ni aversion pour la nourriture. La présence de ces deux signes, jointe à la facilité à respirer, fait présumer que l'estomac est en état de bien digérer. Dans une bonne digestion, l'homme éprouve une douce chaleur à la peau, un peu d'élévation dans le pouls, un sentiment de plaisir qui se répand sur tous les organes.

En hiver, on peut faire usage d'aliments forts, excitants, et aussi de boissons stimulantes : c'est dans cette saison que les forces digestives ont leur plus grande énergie ; l'estomac doit être fortement exercé, afin qu'il puisse donner aux autres organes la force de résister à l'impression du froid ; on dort et on mange plus que dans les autres saisons.

L'été active le système veineux, la sécrétion de la bile. C'est alors que l'on doit faire usage des viandes blanches, de la chair des jeunes animaux, de légumes et de fruits, ne boire que peu de vin mêlé à l'eau fraîche, user des assaisonnements avec modération. Les aliments compactes, les viandes grasses et visqueuses, les exercices violents sont très-nuisibles, pendant la grande chaleur.

L'automne est accompagné de changements brusques de température. Aux approches de l'hiver il faut revenir peu à peu à l'usage des viandes, à une alimentation et aux boissons toniques, à des vêtements plus chauds.

Les personnes d'un *tempérament sanguin-bilieux* ne doivent user de viande que modérément. Les végétaux leur conviennent beaucoup mieux. La vie de l'homme sanguin doit être variée, et, s'il n'a pas de dispositions à devenir trop gras, il peut faire usage de tous les aliments et de toutes les boissons.

L'homme dont le *tempérament* est excessivement *sanguin* prendra des aliments peu nourrissants, des boissons rafraîchissantes, un exercice modéré ; il s'abstiendra de vin pur, de liqueurs, de café. Les viandes blanches, les herbes potagères, les fruits doivent faire la base de son régime. S'il est *pléthorique*, il évitera les aliments succulents, gras, huileux, assaisonnés, ne boira que peu de vin, jamais pur, et préférera les végétaux et les viandes blanches.

Il en sera de même pour l'homme d'un *tempérament bilieux ;* il évitera les épices et tous les stimulants ; les acides lui conviennent : le lait ne lui est pas avantageux ; point de graisses, point de viandes noires, de fromages, d'aliments doux, sucrés, mielleux ; il boira peu de vin, ou le mêlera à beaucoup d'eau.

Quant au *tempérament nerveux,* il indique l'abstinence d'aliments visqueux, de légumes farineux, de pâtes non fermentées, de mets d'une digestion difficile, d'assaisonnements excitants. L'homme *nerveux* mangera du pain bien levé, bien cuit, des viandes blanches, gélatineuses, des herbages, des fruits ; il boira un vin léger, de la petite bière ou un cidre peu chargé ; point de viandes noires, pas de poisson de mer, de mollusques surtout, pas de viandes salées, fumées, etc.

Les hommes à *tempérament lymphatique* mangeront peu de végétaux ; les plantes réputées antiscorbutiques, diurétiques, leur conviennent ; point d'aliments gras, visqueux ou provenant des jeunes animaux ; pas de poisson, de farineux, de légumes féculents ; qu'ils mangent des viandes riches en fibrine, du bœuf, du mouton, etc. ; qu'ils usent, mais sans excès, de vins généreux, de liqueurs spiritueuses, d'assaison-

nements ; l'exercice leur est indispensable, surtout par une atmosphère sèche et chaude ; l'oisiveté suffit pour rendre lymphatique ; il leur faut un régime tonique, un sommeil léger, l'air des montagnes.

Tous ces préceptes, qui ressortent de l'étude de la physiologie, sont, du reste, relatifs à l'homme des sociétés modernes : car les anciens habitants de la terre ne connaissaient probablement que les aliments simples et sans apprêts, et cette nourriture leur procurait les plus grands avantages. La simplicité des aliments et la tempérance sont en effet des sources abondantes de santé et de vie, sans lesquelles on ne peut espérer la longue conservation ni de l'une ni de l'autre. « Il suffit, dit Plutarque, d'avoir le goût du vrai plaisir pour être tempérant. L'intempérance ruine la santé, et quand celle-ci est détruite, on n'est plus sensible à aucun plaisir. Qu'est-ce que tous les mets les plus exquis pour un estomac malade ? et qui peut ignorer qu'il n'est point de meilleur assaisonnement que l'appétit ? »

On dit que, dans une guerre, Alexandre le Grand renvoya ses cuisiniers, disant qu'il en emmenait d'excellents avec lui : une longue marche à faire le matin, qui lui vaudrait de l'appétit à dîner, et un dîner frugal, qui lui ferait trouver délicieux le repas du soir.

Il ne serait pas difficile de prouver, par une multitude de faits, que la plupart des hommes périssent avant l'âge, ou traînent péniblement leur vie, sous le poids de la douleur, pour s'être livrés habituellement et avec excès aux plaisirs de la table ; ceux, au contraire, qui se sont contentés d'une quantité d'aliments simples, proportionnée aux besoins du corps, ont joui de la meilleure santé et vécu le plus longtemps. Nous pourrions citer Auguste Barthol, l'immortel Newton et une infinité d'autres ; mais un des exemples les plus frappants de ce genre est celui du célèbre Cornaro, Vénitien, qui fut attaqué, dès l'âge de vingt-cinq ans, de maux d'estomac, de douleurs de côté, de fièvre lente et de la goutte. A l'âge de quarante ans, malgré tous les secours des médecins, sa santé continuait d'être délabrée ; il abandonna tous les médica-

ments, et s'imposa un régime sobre et simple. L'effet de ce genre de vie fut tel que ses infirmités disparurent pour faire place à la santé la plus heureuse, avec laquelle il vécut au delà de cent ans.

DIGESTION. — PHÉNOMÈNES DIGESTIFS.

On peut diviser les phénomènes de la digestion : 1° en ceux qui la précèdent et la préparent, tels que la faim, la soif, la préhension des aliments, la mastication, l'insalivation et la déglutition ; 2° en ceux qu'on appelle *digestifs* proprement dits : ce sont la chymification, la chylification, l'absorption du chyle, etc., etc.

Faim.

La *faim* ou besoin de prendre des aliments est une sensation interne ou une impulsion instinctive plus ou moins pénible, dont le siége est rapporté à l'estomac. Les époques de son retour sont en raison de la quantité d'aliments prise et de l'activité digérante de cet organe. Elle est aussi, pour le retour périodique de ses impressions, soumise à l'influence de l'habitude. La faim se fait sentir à divers degrés, désignés sous les noms d'*appétit*, de *faim*, de *satiété*, de *boulimie* ou faim insatiable. Le *pica* est la *faim* qu'éprouvent les personnes qui font usage d'aliments inusités.

A la suite d'une abstinence prolongée jusqu'à ce que mort s'ensuive, on observe les phénomènes suivants : la capacité de l'estomac diminue ; on ne voit, dans sa cavité, qu'un peu de salive mêlée à quelques bulles d'air et à un peu de mucus, de bile et de suc pancréatique ; ce viscère reçoit moins ou plus de sang qu'à l'ordinaire ; la bile s'accumule dans la vésicule et s'y épaissit ; toutes les fonctions se ralentissent ; il n'y a d'exception que pour l'absorption qui se produit, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de notre corps, et semble s'efforcer de suppléer à ce que n'apporte pas l'alimentation : enfin, l'estomac, entièrement vide et quelquefois comme corrodé, est affaissé sur lui-même ; la faim devient une douleur toujours

plus déchirante ; le plus souvent un délire furieux éclate ; et la mort a lieu : tantôt au milieu d'horribles souffrances, tantôt dans une agonie calme, et d'autant plus promptement que l'individu est plus jeune et plus robuste. C'est ce que le Dante a traduit, avec une si terrible énergie, dans la déchirante peinture de la mort d'Ugolin.

On a placé, successivement, le siége de la sensation de la faim dans divers appareils nerveux; on a voulu expliquer ce sentiment par l'irritation que le suc gastrique accumulé exerce sur les parois de l'estomac ; par le frottement des rides et des houppes nerveuses qui se trouvent en contact dans l'état de vacuité ; par la contraction fatigante des fibres musculaires de cet organe ; par les tiraillements que le foie et la rate, qui ne peuvent plus s'appuyer sur l'estomac, exercent sur le diaphragme, etc. Aucune de ces explications n'est complétement satisfaisante, et ce qu'il y a de plus probable c'est que le siége de la faim, qui est un sentiment instinctif de conservation, doit, comme le besoin de respirer, être placé dans le système nerveux central.

Soif.

La soif, qui n'est autre chose que la sensation du besoin d'introduire des liquides dans le canal alimentaire, varie dans son intensité, selon qu'a eu lieu une soustraction plus ou moins grande des liquides de l'économie, et elle est ainsi liée à un état du sang caractérisé par la diminution de sa portion aqueuse. L'abstinence des boissons amène chez l'homme un sentiment de sécheresse et de constriction au pharynx et à la base de la langue : ces parties-là deviennent chaudes, rouges et gonflées ; la salive est rare et visqueuse ; il y a excitabilité de toutes les fonctions, et le malheureux succombe au milieu d'un délire frénétique. Les chimistes ont constaté, sur des animaux, que le sérum du sang est d'autant moindre que l'abstinence des boissons est plus prolongée.

Il existe quelque incertitude sur le siége de la soif : ce serait l'arrière-gorge, selon les uns ; l'estomac, selon d'autres. Mais la sensibilité de la muqueuse de l'estomac est tellement

obscure qu'il est difficile d'admettre cette dernière explication. Si nous rapportons la sensation de la soif à la bouche, à la gorge et au pharynx, c'est que la sensibilité de ces parties nous donne la conscience de leur état de desséchement. Contrairement à ce qui arrive dans la faim, cette sensation peut être apaisée par l'introduction d'un liquide dans le sang, quelle que soit la voie par laquelle soit faite cette introduction. L'amiral Anson a obtenu ce résultat par l'application de vêtements mouillés sur la peau, et Dupuytren, en injectant du petit-lait, de l'eau, etc., dans les veines des animaux.

Préhension des aliments.

Les organes de la préhension des aliments sont, dans l'homme, les membres supérieurs et la bouche. La main de l'homme lui sert à saisir les aliments liquides et solides, qu'il porte ensuite à sa bouche. Ainsi que lui, d'autres animaux se servent de leurs membres antérieurs pour prendre les aliments : tels sont, entre autres, le singe et le chat. Un grand nombre d'animaux ne peuvent se servir de leurs membres ; chez eux la nature a pourvu à cette privation par le développement d'organes particuliers : la trompe des éléphants, la langue des fourmiliers, le suçoir des insectes ; enfin, dans le plus grand nombre, les lèvres sont les seuls organes de préhension. La bouche (pl. I et VII) est une cavité de forme ovale, limitée, en haut, par le palais et la mâchoire supérieure ; en bas, par la langue et la mâchoire inférieure ; sur les côtés, par les joues ; en arrière, par le voile du palais et le pharynx ; en avant, par les lèvres.

La bouche varie de dimension suivant l'âge et les individus ; elle peut s'agrandir en tous sens ; de haut en bas, par l'abaissement de la langue et l'écartement des mâchoires ; de côté, par la distension des joues ; d'avant en arrière, par le prolongement des lèvres et le soulèvement du voile du palais.

Mastication.

Pour que les aliments solides puissent être avalés et digé-

rés avec facilité, il faut qu'ils aient été préalablement divisés en fragments très-petits. Cette division mécanique a lieu dans l'intérieur de la bouche : elle s'opère à l'aide des dents et porte le nom de *mastication*.

Lorsque les aliments ont été introduits dans la bouche, le voile du palais s'abaisse de façon à fermer cette cavité en arrière et à les empêcher d'être avalés immédiatement *v* (pl. I et II, *lambeau*) ; en même temps, les mâchoires s'écartent et se rapprochent alternativement, et, par les mouvements de la langue et des joues, les aliments sont continuellement ramenés sous les dents chargées de les diviser. Lorsque ces substances ne présentent que peu de résistance, la mastication peut s'opérer à l'aide des incisives, des canines ou des petites molaires ; mais, dans le cas contraire, elles doivent nécessairement, pour être écrasées, être portées entre les grosses molaires dont la surface est plus large ; le rapprochement de ces dents est assuré par la place qu'elles occupent dans le bord alvéolaire, près de l'articulation des mâchoires (pl. VIII, fig. 11).

C'est par l'élévation et l'abaissement de la mâchoire inférieure que sont produits les divers changements qui surviennent, dans les dimensions verticales de la bouche, pendant la mastication, car la mâchoire supérieure, faisant corps avec les os de la tête, ne peut être mue qu'avec la tête elle-même.

Aux mouvements d'élévation et d'abaissement de la mâchoire inférieure, qui opèrent l'ouverture et l'occlusion de la bouche, se joignent des mouvements latéraux, au moyen desquels les dents *molaires* glissent les unes sur les autres, et triturent ou broient les substances que les *incisives* ou les *laniaires* avaient tranchées ou déchirées.

Les parois musculaires de la bouche sont, durant la mastication, dans une continuelle activité. La langue presse en tous sens les aliments et les pousse sous les arcades dentaires ; les muscles de la joue, et principalement les buccinateurs, contre lesquels les aliments sont poussés, les repoussent sous ces arcades pour qu'ils y soient suffisamment triturés. Les lèvres agissent aussi dans les divers mouvements que néces-

site la mastication. Quelquefois, lorsque l'appétit est très-violent, cet acte digestif est incomplet, parce que l'estomac est pressé de digérer ; mais alors la digestion en est d'autant plus difficile. Aussi une lenteur mesurée est-elle plus salutaire qu'une trop ardente précipitation.

Insalivation.

Nous avons déjà dit que, dans le même temps où les aliments sont divisés par la mastication, ils s'imprègnent de certains liquides contenus dans la bouche ; ce phénomène, auquel on donne le nom d'*insalivation*, amène la première métamorphose opérée par les sucs digestifs sur les aliments avec lesquels ils se trouvent en contact.

La transformation d'une certaine nature d'aliments en produits solubles commence, en effet, dans la bouche, et elle se produit par l'action de la salive sur les *principes amylacés* ou *féculents* qu'elle change en *dextrine* d'abord, et en *glucose* ensuite ; la matière alimentaire s'en trouve, à partir de ce moment, profondément pénétrée, ce qui peut se constater encore quand elle est arrivée dans l'estomac. Nous rappelons sommairement que les glandes salivaires, au nombre de six, versent leurs produits dans la bouche : les deux glandes parotides par le canal de Sténon, les deux glandes sublinguales par le canal de Wharton, les deux glandes sous-maxillaires par le canal de Bartholin. Mentionnons aussi, pour mémoire, les glandes muqueuses développées sous la membrane interne de la bouche et qui communiquent avec cette cavité par un nombre infini d'orifices. La salive qui est versée dans la bouche a donc des origines distinctes et, s'il faut admettre certaines hypothèses, les liquides sécrétés seraient aussi divers dans leur nature que dans leurs sources. Sans entrer dans un débat qui importe peu au but que nous poursuivons, bornons-nous à faire remarquer que la salive mixte, la seule qui nous occupe comme suc digestif, est un liquide transparent, visqueux, inodore, alcalin, qui, évaporé à siccité, contient 98 p. 100 de matériaux salins dans lesquels figurent : des chlo-

rures de sodium et de potassium ; des phosphates de soude, de chaux, de magnésie, des carbonates de soude, de potasse, de chaux, des traces d'oxyde de fer et de sulfocyanure de potassium et une matière organique azotée appelée d'abord *ptyaline*, et plus récemment *diastase salivaire*.

La *diastase* (substance active de l'orge germée) amène, on le sait, la fermentation sucrée de l'amidon ou fécule et sa transformation en *glucose* et en *sucre*. On admet que la *diastase salivaire* agit d'une façon analogue sur les parties amylacées ou féculentes de nos aliments et que, s'y transformant en dextrine et en glucose, elle en fait des produits solubles. Il est même arrivé que, pour les cas où la salivation ordinaire faisait défaut, on a pu y suppléer en mêlant aux aliments féculents ou sucrés une petite proportion de *diastase végétale* qui a accompli parfaitement la transformation qu'on désirait.

Ce qu'il importe de savoir, c'est que la chaleur est nécessaire à l'action de la salive sur les fécules et qu'il faut, de plus, quelques minutes pour que ces substances, pénétrées par la salive, décèlent la présence du sucre. Or, comme le séjour de l'aliment féculent ou autre dans la bouche ne dure pas ce temps-là, ordinairement, il devient évident que l'action commencée dans cette cavité se continue et s'achève plus loin.

On a constaté que la quantité de salive sécrétée en vingt-quatre heures, chez l'homme, s'élevait, en moyenne, à 400 grammes.

Ajoutons que, très-active sur les *aliments féculents*, la salive n'attaque pas les *aliments azotés* et que la fibrine et les matières grasses, telles que les graisses, l'huile, le beurre, n'éprouvent de sa présence aucune modification chimique. Une observation fréquente le prouve : les particules de ces matières qui demeurent fixées dans les interstices des dents y restent inattaquées par la salive et s'y putréfient, parfois, sans se transformer en glucose.

Déglutition.

Quand la mastication a suffisamment broyé les aliments, que la salive les a assez mouillés et pénétrés, le moment est

venu pour le *bol alimentaire* de suivre sa route et de se mettre en contact avec de nouveaux *sucs digestifs*. C'est ce temps de la digestion qu'on appelle *déglutition*.

A cet effet, les lèvres se rapprochent, les aliments sont ramenés par la langue, des divers points de la bouche, sur la face dorsale de cet organe contractile et dont la pointe, repliée sur elle-même, va chercher, en avant et en arrière des arcades dentaires, sous la voûte du palais, partout enfin, les parcelles les plus amoindries. Puis, la langue, se soulevant comme une voûte, s'applique successivement, de sa pointe à sa base, contre la surface du palais et, pressant le bol alimentaire entre sa masse contractée et cette surface résistante, elle la fait glisser, de proche en proche, jusqu'à l'isthme du gosier.

On peut voir, dans la figure 2 de la planche VII et le *lambeau* qui la recouvre, les rapports anatomiques de la bouche, du pharynx et de l'œsophage. Dans la figure 2, la langue est horizontalement placée, mais elle prend une position oblique d'avant en arrière et de haut en bas. C'est sur ce plan incliné que le bol alimentaire parvient au pharynx *t*, d'où il glisse dans l'estomac, à travers le conduit œsophagien. C'est à l'intérieur du pharynx *t* que viennent s'ouvrir les fosses nasales *b*, le larynx ou canal aérien et la trompe gutturale de l'oreille.

Au moment où le bol alimentaire glisse sur le plan incliné que la langue forme par un double mouvement d'élévation de sa pointe et d'aplatissement de sa base, le voile du palais, qui jusque-là avait été abaissé, se relève en arrière et laisse béante l'ouverture que l'on nomme isthme du gosier. Les piliers du voile du palais (pl. I, *lambeau retourné*) augmentent encore cette ouverture en se relâchant, et le bol alimentaire descend vers l'estomac en passant derrière l'ouverture de la glotte (*ep*, pl. I, *lambeau*) par laquelle l'air pénètre dans les poumons.

Pendant la déglutition, cette ouverture se resserre par l'occlusion spontanée des lèvres de la *glotte*. Une soupape *ep*, nommée *épiglotte*, qui la surmonte, rencontrant la base de la langue gonflée en ce moment, se renverse, par un mouvement de bascule, sur l'ouverture du larynx et le recouvre, ce

qui concourt aussi à empêcher les aliments d'y pénétrer. Cela pourtant peut arriver, et on avale de travers : c'est lorsqu'un rire subit, nécessitant l'élévation de l'épiglotte, permet l'introduction dans le larynx de quelques parcelles alimentaires dont l'expulsion cause une respiration convulsive, et parfois des accidents très-graves.

Le voile du palais, en se plaçant obliquement, empêche aussi le bol alimentaire de pénétrer dans l'ouverture postérieure des fosses nasales. Enfin, la partie inférieure de l'arrière-bouche et le conduit qui y fait suite ont la faculté de se dilater et de se contracter alternativement, pour faire place au bol alimentaire, et se resserrer ensuite sur lui et le pousser en bas : c'est par ces dilatations et ces resserrements successifs que l'aliment est porté jusqu'à la cavité de l'estomac *e* (pl. I et II). Le canal placé entre l'estomac et le pharynx se nomme *œsophage ;* l'ouverture qui sépare ce canal de l'estomac se nomme *cardia* (pl. I et II).

La *déglutition des solides et des liquides* offre trois temps.

Dans le premier, les aliments passent de la bouche dans le pharynx.

Dans le second, ils franchissent l'ouverture de la glotte et arrivent jusqu'à l'œsophage.

Dans le troisième, ils parcourent ce conduit et arrivent dans l'estomac.

La *déglutition des gaz* peut être *involontaire*. Ainsi, chaque bouchée qui est avalée chasse devant elle une certaine quantité d'air ; quelques personnes ont la faculté d'opérer *volontairement* cette déglutition. Il paraît qu'il suffit pour cela de remplir la bouche d'air, et d'exécuter un violent mouvement de déglutition.

Digestion dans l'estomac.

C'est par le canal *œ* et par l'ouverture *c* que chaque portion de l'aliment arrive dans l'*estomac e* (pl. II), espèce de poche membraneuse qui a la forme d'une cornemuse, et qui est placée en travers, à la partie supérieure du ventre ou abdomen, vers le point appelé vulgairement le creux de l'estomac. Au

fur et à mesure de leur introduction dans la cavité de cet organe, les aliments se placent les uns à côté des autres, et préparent, par ce rapprochement, le travail de fermentation qui survient plus tard.

Lorsque l'estomac a été distendu par une assez grande quantité d'aliments, le cardia *ca* se resserre et apporte ainsi un obstacle soit à l'introduction de nouvelles parties, soit à la sortie de celles que contient déjà l'estomac. Lorsque, par suite d'une ingestion trop considérable d'aliments, ou de l'état maladif de l'estomac, cet organe ne peut se prêter à la distension que nécessite leur présence, le cardia se relâche, et ceux-ci, remontant de l'œsophage dans le pharynx, et du pharynx dans la bouche, sont expulsés par des contractions de l'estomac auxquelles on a donné le nom de *vomissements*.

Quand, au contraire, l'estomac remplit librement ses fonctions, il devient le siége d'une série d'actions qui ont pour effet de transformer les aliments qu'il contient, et de les réduire en une pâte d'un gris rougeâtre, visqueuse, douceâtre et fade, le plus ordinairement acide, à laquelle on a donné le nom de *chyme*.

Les actions qui amènent ce changement sont : l'augmentation de la chaleur, la trituration des aliments et, surtout, leur mélange avec un liquide particulier versé dans l'intérieur de l'estomac et appelé *suc gastrique*, liquide produit par diverses petites glandes qui s'ouvrent dans l'épaisseur des tuniques de l'estomac.

Le suc gastrique est un liquide incolore, limpide, d'une odeur faible, rappelant celle de l'animal qui le produit ; d'une saveur légèrement salée, il est constamment acide. Sur 100 parties, ce suc contient 99 parties d'eau et 1/100 qui contient, outre quelques particules de sels, un acide libre (lactique) et une substance organique particulière, qui joue un rôle décisif dans la *digestion stomacale* et qui, indiquée, pour la première fois, par Shaw, a été appelée *pepsine* ou *gastérase*. Cette substance est une matière azotée qui a beaucoup d'analogie avec les matières albuminoïdes et qui agit à la manière d'un ferment.

Nous avons déjà établi que le rôle des sucs digestifs était de transformer les substances alimentaires en une série de produits solubles, et ce qui rend l'étude de ces phénomènes très-compliquée, c'est que les produits de la dissolution exercent, à leur tour, une action chimique sur les parties non encore modifiées de l'aliment.

C'est le suc gastrique qui gonfle, hydrate et prépare les matières alimentaires contenues dans l'estomac. Sous son influence les matières albuminoïdes (albumine, fibrine, caséine), sont transformées en une substance soluble dans l'eau et dans la partie liquide du sang, et que l'on nomme *albuminose*. Les matières *azotées* devenues ainsi absorbables sont, dès ce moment, pompées par les vaisseaux chylifères contenus dans l'épaisseur des parois de l'estomac et versées dans un courant dont nous parlerons plus tard.

Les tissus animaux et végétaux et les matières féculentes étant ainsi détruits et dissous : soit, pour les premiers, par le suc gastrique; soit, pour les secondes, par la salive qui les a pénétrées dès la bouche et les accompagne dans l'estomac, en continuant son action, au fur et à mesure qu'elle est en contact avec ces substances, les graisses encore intactes sont mises en liberté et prêtes à recevoir la transformation qui les attend, dans le duodenum, par l'action commune des sucs pancréatique et biliaire.

Pendant l'acte de la *chymification* tout appétit cesse, la salive est sécrétée en moindre quantité, la déglutition devient pénible et même impossible; un léger frisson se fait sentir ; la chaleur se concentre sur la région de l'estomac, et s'élève à 32 ou 33° centigrades ; la circulation est accélérée; les mouvements respiratoires sont précipités et courts : ce qui tient à la compression des poumons, dont le développement est gêné par la dilatation de l'estomac *e* (pl. V) et par le soulèvement du diaphragme *d*.

Pour aider à la chymification, les parois de l'estomac s'appliquent sur les aliments, qu'elles embrassent étroitement. Cette contraction fixe et immobile, appelée *péristole*, se soutient pendant tout le temps nécessaire à la chymification. Cette

opération s'effectue successivement de la périphérie au centre de la masse alimentaire, par couches concentriques de l'épaisseur d'une ligne environ. A mesure qu'une couche chymeuse est formée, le mouvement de péristole la fait glisser vers le *pylore, py* (pl. II) avec d'autant plus de facilité que le *chyme* est une pâte beaucoup moins consistante et plus liquide que le bol alimentaire. Cette couche étant expulsée, l'estomac se resserre sur celle qui était subjacente ; celle-ci glisse, à son tour, et cet effet se continue de la même manière, jusqu'à ce que toutes les substances albuminoïdes contenues dans l'estomas soient entièrement chymifiées. Le chyme se forme au tour des parois de l'estomac, et jamais on n'en a trouvé dans le centre de la matière alimentaire.

La chymification commence à s'opérer une heure et demie environ après l'ingestion des aliments, et l'on peut évaluer la durée de ce phénomène de quatre à cinq heures pour un repas ordinaire ; mais ce temps varie selon la constitution digestive de l'individu, selon la nature des aliments, leur grosseur, leur préparation culinaire, etc. Des expériences faites sur ce sujet ont établi qu'un aliment séjourne d'autant plus longtemps dans l'estomac qu'il est plus nutritif ; que les substances animales sont plus aisément et plus complétement altérées que les substances végétales : ces dernières traversent, en effet, quelquefois impunément toute la longueur du tube digestif. Il résulte des mêmes expériences que les substances grasses ou albumineuses sont les moins digestibles, que les caséeuses et les fibrineuses le sont davantage, et enfin que les gros morceaux sont les moins facilement digérés. La chair bouillie est plus digestible que la chair rôtie. Les aliments qui déplaisent à l'estomac sont rejetés aussitôt, sans altération, et ceux au contraire qui le flattent sont digérés avec facilité. On sait, de plus, que le froid appliqué extérieurement sur ce viscère suspend l'action digestive, tandis qu'une chaleur modérée l'accélère.

Les physiologistes ont été longtemps partagés d'opinion sur l'essence et l'étendue de la digestion stomacale. On en a cherché la cause dans la coction, dans la fermentation, dans la

putréfaction, dans la trituration, dans la macération et dans la dissolution chimique des aliments.

On a, tour à tour, accordé une importance exclusive à une ou à plusieurs de ces hypothèses, et la dernière surtout a dû le grand crédit dont elle jouit encore aux expériences célèbres de Spallanzani. Ce savant physiologiste, en disséquant des oiseaux, parvint à extraire une abondante quantité de suc gastrique, soit par la compression de leurs glandes œsophagiennes, soit en introduisant une petite éponge dans leur jabot, et en l'y laissant séjourner quelques heures, pour l'en retirer ensuite tout imprégnée de ce liquide.

Il plaça ce suc gastrique dans des vases avec des aliments convenablement divisés ; il développa autour de ces vases une température analogue à celle de l'estomac, pendant la vie, et la masse alimentaire fut digérée artificiellement. Elle se réduisit en une matière analogue à la pâte chymeuse qui était résultée de substances alimentaires semblables qu'on avait introduites dans l'estomac d'un animal pris pour terme de comparaison. Depuis Spallanzani, des faits nouveaux sont venus corroborer l'explication qu'il a donnée des phénomènes digestifs, et l'on s'est assuré que le suc gastrique, filtré continuellement par les glandes de l'estomac, est une liqueur plus active et plus pénétrante que la salive, qu'il attaque les principes constitutifs des aliments, qu'il les décompose et les met dans l'état d'une dissolution complète.

On a suivi, chez l'homme lui-même, la comparaison de la digestion stomacale avec la digestion artificielle, jusque dans leurs moindres détails. Chez l'individu qui en fournit l'occasion, la partie antérieure de l'abdomen et de l'estomac était ouverte par une blessure qui ne s'était pas refermée, de sorte qu'on pouvait voir dans l'intérieur de l'organe et étudier tout ce qui s'y passait, comme par une sorte de fenêtre, à l'aide du simple déplacement d'un repli de la membrane muqueuse interne. On a vu ainsi le suc gastrique suinter des parois de l'estomac, produit par l'exhalation de sa tunique interne, et par certains petits organes ou *follicules gastriques* contenus dans son épaisseur ; on a suivi les progrès de la chymification ;

on a vu qu'en retirant les aliments, peu après leur arrivée, mais déjà imprégnés de suc gastrique, ils continuaient de se digérer comme dans l'estomac lui-même ; enfin, on a pu se procurer directement du suc gastrique, et reproduire artificiellement, comme l'avait fait Spallanzani, tous les phénomènes qu'il observait simultanément dans la digestion stomacale.

Digestion intestinale.

Lorsque les aliments ont été suffisamment altérés, soit par la trituration que produisent les resserrements de l'estomac sur lui-même, soit par le mélange des sucs gastriques, et que leur décomposition est assez avancée pour qu'il soit impossible de les reconnaître, l'ouverture inférieure de l'estomac, nommée *pylore*, *py* (pl. II), qui jusque-là avait été étroitement resserrée, se dilate pour donner passage à la pâte chymeuse.

Près du pylore est une valvule qui paraît avoir pour usage d'apprécier l'altération que doivent subir les aliments, avant de passer dans le duodenum.

Nous avons déjà dit qu'en général, la longueur du tube intestinal va en diminuant des mammifères aux poissons ; nous avons fait remarquer aussi que, lorsque cette longueur, dans un animal, s'éloigne beaucoup de celle qu'elle présente chez des animaux avec lesquels il a de grandes analogies d'habitude, on observe alors que la largeur est bien différente. Généralement elle est d'autant plus grande que l'intestin est plus court.

La raison de toutes ces différences tient à la nature de l'alimentation. Nous avons déjà fait remarquer qu'il était nécessaire, en effet, que les substances animales, dont la digestion est plus facile et plus prompte, et qu'un trop long séjour eût exposées à une décomposition putride, parcourussent avec rapidité l'intestin de l'animal carnivore. Par la raison contraire, les aliments végétaux ont besoin de séjourner plus longtemps dans l'intestin de l'animal herbivore, parce qu'il leur faut plus de temps pour s'assimiler avec les molécules de sa substance.

On trouve, dans les parois des intestins, des fibres musculaires qui, en se contractant, poussent devant elles les matières contenues dans ce tube; les mouvements qu'elles exécutent sont nommés *vermiformes*, parce qu'ils ressemblent à ceux d'un ver.

Les intestins sont enveloppés d'une membrane très-fine appelée *péritoine*. Cette membrane sert aussi à les fixer dans la cavité du ventre. C'est elle qui, en se repliant plusieurs fois sur elle-même, constitue : 1° une des enveloppes protectrices des organes abdominaux, l'épiploon, *ep* (pl. V); 2° la membrane nommée mésentère, *c*, *v*, *m* (pl. II), par laquelle les intestins sont retenus dans leur situation respective, et qui contient dans son épaisseur les vaisseaux nourriciers du tube intestinal et les vaisseaux chylifères, *v*, *c* (pl. II, *lambeau*), qui charrient les produits de la digestion. C'est dans les replis du mésentère que s'accumule la graisse, chez les personnes qui sont très-grasses, et chez les animaux hibernants, qui, pendant leur léthargie, se nourrissent par la résorption de cette provision intérieure.

La première partie de l'intestin grêle, celle qui fait immédiatement suite à l'estomac, a été nommée *duodenum*, *d* (p. II); c'est dans sa cavité que se passe la transformation ou dissolution des aliments carbonés, tels que la graisse, les matières sucrées, etc., etc. A cet effet, chaque portion du chyme qui traverse le duodenum, est arrosée de *bile* et de *suc pancréatique*.

Nous avons vu (p. 49) que la bile est le produit d'une glande placée dans le voisinage de l'estomac, *f* (pl. I), le *foie*, situé dans la partie droite de la cavité du ventre ; il reçoit dans sa substance une assez grande quantité de sang, et il en extrait le fluide dont nous avons parlé (la bile). Ce fluide s'amasse peu à peu dans une petite poche adhérente à la surface inférieure du foie, et que l'on nomme la *vésicule du fiel*, *v*, *b* (pl. I). Nous avons vu que des canaux qui proviennent soit de cette vésicule, soit du foie lui-même, se réunissent pour former un conduit qui perce les parois du duodenum et verse dans sa cavité la bile qui le parcourt ; ces canaux sont nommés hépatiques et biliaires *c*, *c'* (pl. I).

D'une autre part, le *pancréas* envoie, par un canal ou des canaux qui s'ouvrent dans le duodenum, le produit de sa propre sécrétion : c'est un liquide clair incolore, ressemblant beaucoup à de la salive et qui offre une réaction alcaline. Des expériences ont établi que le suc pancréatique agit sur les *matières féculentes* qui n'auraient pas été dissoutes par la salive, et qu'il achève la transformation de ce *principe immédiat* de la matière alimentaire : d'abord en dextrine, puis en glucose.

Mais c'est surtout sur les *corps gras* que ne peuvent dissoudre ni l'eau, ni la salive, ni le suc gastrique, qu'agit le suc pancréatique : il les divise en particules d'une finesse extrême et les transforme en une émulsion qui en fait une substance très-absorbable, par les bouches des vaisseaux qui rampent à la surface de l'intestin et dans l'épaisseur de ses parois.

Quant à la bile, elle semble jouer deux rôles dans la digestion. Dans le premier, elle se mélangerait avec les corps gras et en amènerait, comme le suc pancréatique, la transformation en une *émulsion* absorbable. Dans le second, la bile ne serait qu'un produit purement excrémentitiel, comme le mucus, la salive, une sorte de *caput mortuum*, auquel le canal intestinal sert momentanément de réservoir. Le foie serait donc, comme le poumon éliminateur des matériaux inutiles, avec cette seule différence que l'un les expulse, comme nous le verrons, sous forme d'eau et d'acide carbonique, c'est-à-dire complétement brûlés ; tandis que l'autre en débarrasse l'économie lorsqu'ils renferment encore une forte proportion d'éléments combustibles.

Nous compléterons le tableau des réactions chimiques qui se produisent, dans l'intestin, sur la bouillie alimentaire qui le traverse par portions successives, en mentionnant le *suc intestinal* qui est sécrété, depuis le pylore jusqu'à l'anus, par la membrane muqueuse qui tapisse le canal digestif. Cette humeur fabriquée par un nombre incalculable de glandes développées dans l'épaisseur de l'intestin, paraît propre à achever l'émulsion des particules graisseuses qui auraient échappé à l'action des deux liquides dont nous venons de faire l'histoire.

De toutes les transformations que nous venons de décrire et dont l'*aliment* est l'objet, résulte un liquide blanc, opaque et laiteux, destiné à réparer les pertes de l'organisme, quand une dernière épuration l'aura débarrassé de quelques principes qu'il contient et qui ne sont pas assimilables à nos tissus ; ce liquide c'est le *chyle*.

Avant d'en parler en détail, disons que les portions de la bouillie alimentaire qui n'ont pas été transformées en chyle descendent le long du tube intestinal.

Par suite des mouvements contractiles de l'intestin grêle, ce résidu du chyme passe dans le cœcum, *cæ* (pl. I). Un phénomène analogue de contraction s'établit bientôt dans le gros intestin. La progression est lente, soit à cause de la disposition en cul-de-sac du cœcum, soit à cause des nombreuses cellules et des contours de l'intestin dans lequel le mouvement a souvent lieu contre les lois de la pesanteur. La matière, dépouillée de tout le chyle, devient, en traversant le gros intestin, plus dure, plus foncée, et prend une odeur fétide. Elle se compose, en grande partie, du résidu des aliments que, quelquefois, l'on retrouve en nature ; de différents sucs altérés, en particulier de la bile ; de gaz fétides, dans lesquels prédominent l'azote, l'hydrogène simple, carboné ou sulfuré. Ce résidu est poussé, peu à peu, depuis le cœcum jusqu'au rectum, où il s'accumule et séjourne pendant un temps plus ou moins long (H, p. 87).

Le *gros intestin*, qui fait suite à l'intestin grêle et qui reçoit le résidu laissé par la digestion, se distingue facilement par les dilatations nombreuses que l'on remarque sur ses parois, entre les divers faisceaux formés par ses fibres musculaires. On le divise en *cœcum*, en *côlon* et en *rectum*. Le cœcum, qui est situé près de l'os de la hanche, du côté droit, se prolonge en cul-de-sac au delà du point d'insertion de l'intestin grêle, et présente, à son extrémité, un appendice vermiforme. Les replis, disposés en manière de valvules, garnissent l'ouverture de l'intestin grêle, et s'opposent à ce que les matières, poussées dans le cœcum, puissent rentrer dans l'iléon et retourner vers l'estomac (E, p. 87).

Le côlon fait suite au cœcum, remonte vers le foie, traverse l'abdomen, immédiatement au-dessous de l'estomac, (E′, E″, p. 87) et redescend du côté gauche, pour gagner le bassin où il se continue avec le rectum, qui se termine à l'anus.

Les fibres charnues qui entourent l'anus, et qui forment le *muscle sphincter* de cette ouverture, sont continuellement contractées et s'opposent à la sortie des matières accumulées dans le gros intestin. En général, pour que leur expulsion ait lieu, il ne suffit même pas de la contraction des fibres musculaires qui entourent cet intestin, il faut aussi que le diaphragme et les autres muscles de l'abdomen concourent au même but, en comprimant la masse des viscères renfermés dans cette cavité.

Pendant la digestion, des gaz se développent dans toute la longueur du canal intestinal, indépendamment de l'air avalé, dont une partie est convertie en acide carbonique dans l'estomac. La nature de ces gaz dépend de celle des aliments et de l'état des organes digestifs. Quelquefois inodores, ils exhalent, la plupart du temps, une odeur fétide ; souvent ils sont inflammables. On peut y trouver de l'hydrogène, du gaz hydrogène carboné, du gaz hydrogène sulfuré.

Quoique la formation de ces gaz suppose un mouvement putréfactif exclusif de la vie, cette décomposition peut commencer par des matières déposées dans les gros intestins, tubes devenus presque inertes. Ce ne serait pas, au reste, le seul exemple de l'accomplissement d'un effet chimique dans le conduit intestinal, malgré la résistance de cet organe. Mais, si l'on y fait attention, c'est effectivement hors du domaine de la vie que ces actions chimiques s'accomplissent, car les matières déposées dans le réservoir intestinal en attendant que leur excrétion s'achève, sont déjà en quelque sorte éliminées. L'action contractile de la tunique musculaire des intestins s'exerce sur elles, soit pour les expulser, soit pour empêcher l'expansion trop considérable des gaz, absolument comme les muscles soumis à l'empire de la volonté, lorsqu'on les emploie à surmonter une résistance extérieure.

Les gaz intestinaux sont un produit des réactions chimiques

qui servent à la digestion, et ils remplissent aussi dans cette fonction un rôle mécanique important. Par eux, par le *coussin d'air* que représente leur masse, les organes de l'abdomen sont maintenus dans leurs rapports respectifs et les pressions qu'amènent les divers mouvements du corps sont amorties et réparties sur tous les points avec égalité. Ajoutons qu'ils maintiennent le calibre du canal digestif dans un état de distension qui favorise le travail absorbant des vaisseaux chylifères et des capillaires sanguins du système veineux.

Chyle.

Le chyle est le premier état que présente l'aliment arrivé au point de pouvoir réparer les pertes de l'organisme; tous les produits de la digestion sont représentés dans ce liquide assimilable qui, chez les animaux inférieurs, ne diffère pas du sang proprement dit; mais cet aspect et cet état ne sont que temporaires chez les animaux plus parfaits, dont le chyle ne tarde pas à se convertir en sang.

La connaissance du chyle se lie à celle des vaisseaux qui le contiennent : la coloration qu'il donne à leurs parois favorisa leur découverte; mais il fallut de nombreux tâtonnements pour que leurs usages fussent déterminés.

S'il est vrai qu'Aristote ait entrevu les vaisseaux chylifères ou lactés, si Érasistrate et Hérophile les aperçurent réellement, on peut avancer du moins que la nature de leur contenu ne fut pas soupçonnée, puisque Galien lui-même a prétendu que les substances alimentaires étaient absorbées dans le tube intestinal par les veines mésaraïques, opinion qui régna dans les écoles jusqu'au milieu du seizième siècle et qui devait être, de nos jours, remise en honneur, par les belles expériences de Magendie.

La théorie de Galien touchant l'absorption de la substance alimentaire par les veines était tellement enracinée, qu'Eustachi, dominé par son influence, considéra comme une veine le canal thoracique qu'il avait découvert chez le cheval. En 1622, Gaspard Aselli, professeur à Pavie, reconnut, le premier,

l'existence du chyle, et constata que cette humeur s'écoulait à la suite d'une piqûre faite à l'une des lignes blanchâtres du mésentère.

En 1628, les médecins d'Aix examinèrent, à l'invitation de Gassendi, le mésentère d'un supplicié auquel on avait fait prendre des aliments, quelques heures avant sa mort, et reconnurent ainsi l'existence du chyle chez l'homme; mais ce ne fut qu'en 1649 que J. Pecquet, pendant le cours de ses études médicales à Montpellier, observa le chyle dans son réservoir et montra le trajet parcouru par ce liquide, depuis l'intestin jusqu'à la veine sous-clavière gauche.

La saveur du chyle est douce et un peu salée. Sa pesanteur spécifique est moindre que celle du sang. Comme la lymphe et le sang, le chyle charrie des globules de formes et de dimensions déterminées, suivant les espèces ou les classes d'animaux. Les globules du chyle diffèrent, en général, des globules sanguins par leur forme sphérique et leurs plus petites dimensions.

Le chyle, considéré chimiquement, présente beaucoup de ressemblance avec le sang. Comme ce dernier liquide, il se sépare, hors de ses réservoirs, en deux parties : l'une solide ou le caillot, composée essentiellement de fibrine, et l'autre liquide, qui est un sérum semblable à celui du sang, contenant les mêmes sels; le feu et les acides le coagulent et il décèle, par ces changements, sa nature albumineuse.

Il se manifeste, de plus, à sa surface, une substance qui paraît comme une crème, et qui est de la nature de la graisse.

La première bonne analyse du chyle est celle faite par Vauquelin, en 1811, avec le liquide extrait du canal thoracique du cheval. Une incision du canal, vers son milieu, donna un chyle rosé, et une autre incision à l'une de ses branches sous-lombaires donna un chyle blanc.

Suivant MM. Leuret et Lassaigne, le chyle contient de l'albumine, de la soude, du chlorure de sodium, du phosphate de chaux, une matière colorante rouge, une matière jaune soluble dans l'alcool, de la fibrine.

Quel que soit l'animal dont le chyle a été extrait, il présente toujours ces mêmes substances. Il y a, de plus, de la matière grasse, mais qui ne s'y rencontre pas toujours.

Les proportions de la fibrine varient d'ailleurs beaucoup, suivant que le chyle appartient à un *carnivore* ou à un *herbivore*. Le chyle de *brebis*, suivant MM. Tiedemann et Gmelin, contiendrait, sur 1000 parties, au moins 2,40 et au plus 8,20 de fibrine; celui du *chien*, au moins 1,70 et au plus 5,60.

MM. Macaire et Marcet fils ont aussi donné une analyse comparée du chyle du *chien* et du *cheval*, et conséquemment d'un mammifère carnassier et d'un mammifère herbivore. Cette analyse montre une bien grande ressemblance dans la composition de l'un et de l'autre chyle.

Lymphe.

La *lymphe* est le contenu des vaisseaux lymphatiques. C'est un liquide limpide, d'un jaune clair, et qui n'a en général pas de teinte rougeâtre, à moins qu'il ne renferme, accidentellement, des globules de sang, ce qui arrive quelquefois. Chez les reptiles et les poissons, la lymphe est tout à fait claire, et même sans teinte jaunâtre. Elle n'a pas d'odeur; sa saveur est salée, et elle réagit faiblement à la manière des alcalis. Ainsi que le chyle, elle tient en dissolution de l'albumine et de la fibrine : cette dernière s'y prend en gelée dans l'espace de dix minutes.

La lymphe est une humeur formée : 1° de matériaux saisis dans la profondeur de toutes les parties; 2° et de la réunion de tous les sucs produits par l'organisation tout entière. Ces sucs, versés dans des surfaces qui n'ont aucune communication au dehors, augmenteraient indéfiniment, si l'*absorption* ne les reprenait à mesure que la sécrétion les a produits. Il est bien évident que le résultat d'une réunion de fluides si disparates, et qui n'ont rien de commun que la source d'où ils proviennent, c'est-à-dire le sang, ne saurait présenter une composition aussi spéciale que celle de la lymphe, si elle n'é-

tait modifiée par les organes qui la recueillent et par ceux qui la charrient.

Toutefois, les physiologistes sont loin de s'accorder sur cette origine multiple de la lymphe : les uns pensent qu'elle consiste seulement dans les sucs sécrétés, d'autres y ajoutent les éléments usés qui constituent les organes ; suivant une troisième opinion, la partie séreuse du sang, arrivée aux dernières extrémités des vaisseaux particuliers dans lesquels ce liquide circule, passerait dans les vaisseaux lymphatiques au lieu d'être reprise par les veines.

Ce qu'il y a de certain, c'est que la lymphe n'existe pas comme fluide avant qu'on la voie dans les vaisseaux absorbants qui la recueillent, et qu'elle n'est visible qu'après qu'elle en a franchi les radicules. Elle s'avance alors à travers les nombreux ganglions qui lui servent de points de repos, d'où, après s'y être sans doute perfectionnée, elle se rend : soit dans le canal thoracique, où elle se mêle avec le chyle, soit dans un grand vaisseau lymphatique situé sur la colonne vertébrale, du côté opposé au *canal thoracique*, et aboutissant dans la veine sous-clavière droite.

Absorption digestive.

L'absorption est un acte qui a pour effet d'introduire, dans les courants de la circulation, le produit des aliments, ou, en d'autres termes, le produit de la digestion.

Le passage de ces produits liquides, dans des canaux qui les absorbent, se fait en vertu d'une force particulière, décrite pour la première fois par M. Dutrochet, sous le nom d'*endosmose*.

Ce phénomène, entièrement physique, paraît être une conséquence de l'attraction capillaire qui s'exerce, à des degrés différents : d'une part, entre les molécules des liquides dissemblables, séparées par une membrane perméable, et, d'autre part, entre ces mêmes molécules et le tissu de la membrane. Les membranes organiques, de même que tous les corps spongieux ou poreux, se laissent traverser par les li-

quides, de telle sorte que ce qui était d'un côté de la membrane, *avant* que le phénomène d'absorption se produise, se trouve de l'autre côté, *après*. Mais la facilité avec laquelle ce transport a lieu varie, suivant que ces liquides sont plus ou moins fluides, et suivant qu'ils mouillent plus ou moins facilement ces espèces de filtres.

L'*endosmose* consiste donc dans l'échange qui s'établit entre deux liquides de densité inégale, à travers une membrane perméable, jusqu'à ce qu'ils soient tous deux en équilibre de densité. Mais le courant qui se forme d'un liquide à l'autre, pendant cet échange, est beaucoup plus rapide du liquide le moins dense vers le plus dense, de telle sorte que le niveau de celui-ci s'élève à mesure que son volume s'accroît, et que la masse du liquide moins dense diminue ; phénomènes qui ont lieu d'autant plus rapidement que la différence des densités est plus considérable.

Si, par exemple, on plonge dans de l'eau pure un petit sac formé par une membrane organique, qu'on a préalablement rempli d'une solution sucrée ou gommeuse, et à l'ouverture duquel on a adapté un petit tube vertical, on ne tardera pas à voir le niveau du liquide épaissi par la gomme ou le sucre s'élever dans le tube, et l'eau pure diminuer dans le récipient qui la contient ; pendant ce temps, un courant plus lent, nommé *exosmose*, s'établit du liquide plus épais vers l'eau limpide, et l'ascension cesse dans le tube, quand les deux liquides ont acquis une égale densité. Le contraire aurait lieu si le liquide le plus dense était dans le récipient et l'eau pure dans le sac perméable.

Il est facile de mesurer la vitesse de l'endosmose et sa force en prenant un tube gradué ou un tube recourbé dans lequel le mouvement ascensionnel chasse devant lui une colonne de mercure.

Ajoutons, en terminant, que l'*endosmose* n'a pas lieu seulement à travers les membranes végétales ou animales, mais même à travers les substances inorganiques, telles qu'une lame mince d'argile cuite.

Les divers sucs absorbables qui sont le produit des actes

digestifs, se succédant depuis la bouche jusqu'à la fin du canal alimentaire, sont : 1° le *glucose* ou sucre de raisin (transformation des matières féculentes) ; 2° l'albuminose (transformation de la fibrine, de la caséine, de l'albumine) ; 3° les matières grasses : graisse, huile, beurre, miel (émulsionnées, mais non *dissoutes* par le suc pancréatique et la bile).

Ces divers principes passent, par voie d'endosmose : soit dans les vaisseaux chylifères contenus dans l'épaisseur des membranes qui retiennent et unissent les anses de l'intestin, soit dans les extrémités des veines qui se ramifient autour de ce tube alimentaire. C'est ce que mettent parfaitement en évidence les lambeaux de la planche II de l'atlas où se trouvent représentés, dans leurs rapports physiologiques, les divers organes qui concourent à la nutrition.

Cette planche expose, avec des détails précis, soit dans sa figure principale, soit dans les lambeaux qui y sont superposés, les diverses phases que traverse le produit de la digestion, avant d'être versé dans la *veine sous-clavière gauche*, *v*, *s*, *g*, et elle fait voir comment le chyle renfermé dans le tube intestinal est porté, par voie d'*endosmose*, dans les vaisseaux chylifères *v*, *c*, et les veines, *m*.

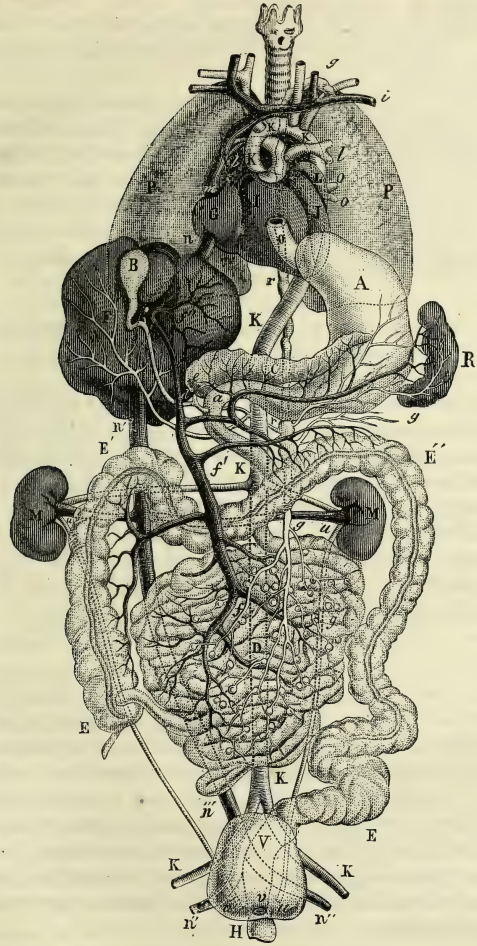
Ces vaisseaux traversent le mésentère *m*, *m*, *v*, *c*, *v*, *c* (pl. II), aboutissent à des glandes lymphatiques placées dans la duplicature de cette portion du péritoine, en sortent en moins grand nombre, et ainsi plusieurs fois de suite, jusqu'à ce qu'ils viennent se rendre dans le réservoir de Pecquet, placé sur la partie antérieure du corps des vertèbres lombaires *r*, *p*, (pl. II). De ce réservoir part le canal thoracique *c*, *t* (pl. *id.*), qui, montant sur la partie gauche de la colonne vertébrale, va verser le chyle dans la veine sous-clavière du même côté *v*, *s*, *g* (pl. *id.*) ; cette veine va s'ouvrir dans la veine cave supérieure que reçoit l'oreillette droite du cœur *v*, *s*, *d* (pl. *id.*, et pl. III et IV, fig. 4).

A l'aide des diverses figures et des divers plans superposés de la planche II, j'ai cherché à donner une idée de l'ensemble des divers actes de la digestion. Les lambeaux de la figure permettent, en effet, de suivre l'aliment dans les divers points

de sa route et dans les modifications successives qu'il doit y subir. En retournant la tête de la figure découpée de la planche I, on voit la partie postérieure de la langue *l*, au bas de laquelle est située l'ouverture du larynx *ep*, et plus bas encore l'entrée de l'œsophage *œ*; sur les côtés sont indiqués les muscles du pharynx, dont le resserrement et le relâchement alternatifs opèrent la déglutition des aliments. Dans le milieu de son étendue, l'œsophage est ouvert, et on voit l'intérieur *œ* de ce canal, l'ouverture cardia *c*, l'estomac *e*. L'ouverture pylorique, *py*, conduit à l'intestin duodenum, *d*, mis à découvert par le soulèvement du foie, *f*, et c'est à la surface intérieure de cet intestin que s'ouvrent les innombrables vaisseaux capillaires par lesquels est absorbé le chyle *v*, *c* (pl. II).

La figure de la page 87 est également relative à la digestion; cette figure montre : 1° d'une part, un canal veineux *f*, *f'*, naissant par des capillaires déliés de la surface des intestins, recevant, en route, les affluents qui, des points *g* ou *e*, versent dans sa cavité les produits de leur absorption respective, puis rampant quelque temps sous la face du foie et se plongeant (*f''*) dans cet organe où il versera, en s'y ramifiant à l'infini, le chyle et le sang que ses racines auront pompé dans l'appareil digestif. Ce canal et ses dépendances sont appelés *veine porte*; le sang mêlé aux produits albuminoïdes et sucrés qui circulent dans la veine porte et qu'elle verse dans le foie, sort, après avoir été modifié dans cette glande, par la *veine hépatique* qui s'ouvre dans la *veine cave inférieure*, *n*.

2° D'une autre part, naissent par des racines que terminent de petites ampoules, *g*, les vaisseaux chylifères qui remplissent une semblable fonction. On peut les voir s'unir, dès leur origine, un à un ou deux à deux, et constituer par ces anastomoses successives des tubes de plus en plus gros, se résumant, au point *g*, *u*, en un seul canal, au point *r*, offrant un renflement que l'on nomme *réservoir de Pecquet*, du nom de l'anatomiste qui, comme nous l'avons dit, en signala le premier l'existence et l'objet. Au-dessus de ce réservoir, on voit le canal chylifère, qui, dès ce moment, prend le nom de *canal thoracique* (à cause


g
i
K
K
l
L
o
P
P
o
G
J
n
H
B
r
A
K
R
R
a
g
n'
E'
E''
f' K
M
M
g
u
g
g
D
E
K
n''
V
E
K
K
v
n'
n''
H

de la région du *thorax* qu'il traverse), monter derrière le cœur et ses gros vaisseaux, jusqu'au niveau de la *veine sous-clavière*, *i*, dans laquelle il pénètre pour verser le chyle qui distend ses parois.

Ainsi donc, en résumé, les vaisseaux chylifères d'abord, extrêmement déliés et en très-grand nombre, s'unissent entre eux et forment des canaux plus gros qui, à leur tour, se réunissent, traversent les *glandes mésentériques*, et vont s'ouvrir dans le *réservoir de Pecquet r*, *p* (pl. II). Dans ce trajet, le chyle devient d'autant plus rougeâtre, coagulable et abondant en *cruor*, qu'on l'observe plus près de ce réservoir.

SANG. — COMPOSITION ET USAGES DE CE LIQUIDE ; PHÉNOMÈNES GÉNÉRAUX DE LA CIRCULATION.

Le second temps des fonctions nutritives est la circulation du sang. Nous avons vu que le *canal thoracique* et la *veine porte*, rendez-vous des produits dissous et absorbables de la digestion, portaient ces produits, soit sous la forme de chyle, soit sous la forme de sang veineux : le premier dans la *veine sous-clavière gauche*, le second dans la *veine cave inférieure*. C'est par ces deux points que la digestion tient à la circulation ou, en d'autres termes, c'est à ces deux points que le *chyle* se confond avec le *sang*.

Du sang.

Le sang, que Bordeu a bien défini en l'appelant de la *chair coulante*, est un fluide rouge, visqueux, légèrement salé, d'une odeur *sui generis*, contenu dans le cœur et les vaisseaux sanguins et constitué par les substances nécessaires à la formation de toutes les parties du corps. Dans l'exercice de la vie, ces parties s'usent et se décomposent; le sang recueille ces parties décomposées, il les transporte à des organes chargés de les éliminer ; il s'associe également les matériaux produits par l'alimentation et y puise des éléments réparateurs pour tous les tissus.

« Depuis Moïse jusqu'à nous, dit Pariset, le sang a été pour les médecins, les naturalistes, les philosophes et les législateurs, un perpétuel objet d'étude. Quoi qu'en aient dit Aristote et Harvey, le sang n'est pas de toutes nos parties celle qui paraît la première. En revanche, une fois formé, le sang, comme le style de Buffon, est l'homme lui-même. Tout change le sang, et tout change avec lui. Tels aliments, a-t-on dit, et tel chyle ; tel chyle, tel air, et tel sang ; tel sang et telle nutrition, c'est-à-dire, telle composition dans les solides et les liquides. Il fallait ajouter telle nutrition et tel sang ; car dans sa course à travers l'organisation, tout en distribuant entre nos parties altérées des matériaux réparateurs, le sang en emporte des débris qui le rendent, pour ainsi dire, à chaque pas, différent de lui-même ; et c'est dans ces dépouilles que l'on rencontre chaque jour de nouveaux éléments ou de nouvelles combinaisons. »

Lorsqu'on examine le *sang* au microscope, soit dans les vaisseaux les plus déliés d'une membrane transparente, soit immédiatement après la sortie de l'appareil vasculaire, on y trouve de la sérosité tenant en suspension des globules qui sont circulaires dans les mammifères, elliptiques chez les oiseaux, et qui paraissent composés d'un globule centro-incolore, contenu dans une enveloppe colorée (pl. III, fig. 6 et 7).

Les globules rouges étendus d'eau ne disparaissent que par la dissolution de leur enveloppe colorée ; mais le noyau blanc reparaît dès qu'on sature l'eau par un sel neutre. Pendant la vie, on les voit se mouvoir avec l'autre partie du sang qui est limpide et incolore, et qui les entraîne dans son cours, sans qu'aucun d'eux vienne se heurter contre son voisin, comme s'ils étaient doués d'une force répulsive qui les éloignât les uns des autres.

On a observé que si un animal tombe en syncope, ou s'il est asphyxié momentanément, ces molécules se rapprochent et semblent ne plus former qu'une seule masse ; qu'elles sont agitées d'abord d'un mouvement oscillatoire, puis se séparent de nouveau, dès que l'animal est rappelé à la vie et que le sang reprend son cours ordinaire.

La proportion des deux parties organiques du sang, les globules et le liquide plastique, est difficile à bien apprécier.

Dans une expérience par laquelle il a prévenu la coagulation du liquide plastique, M. *Schultz* a estimé celui-ci aux 3/4 du volume total du sang, et les globules à 1/4 de ce volume, du moins pour le sang des *mammifères*.

On a déterminé dans quelle proportion le sang fait partie de tout l'organisme.

Haller portait à 14 ou 15 kilogrammes le poids total du sang chez un adulte.

Wrisberg a pesé celui d'une femme décapitée, elle en avait 13 kilogrammes.

La quantité relative du sang dans les animaux vertébrés paraît devoir varier beaucoup, même dans les animaux d'une seule classe.

Ainsi les mammifères aquatiques, tels que les *phoques*, les *dauphins* et les *marsouins*, paraissent avoir une grande proportion de sang.

Le rapport du poids du sang à celui du corps a été trouvé,

Chez les mammifères :

Dans le chien,	de 1/16;
Dans le chat,	de 1/23;
Dans le cheval,	de 1/18;
Dans le bœuf,	de 1/12;
Dans le veau,	de 1/20.

Ces exemples du bœuf et du veau indiqueraient que les jeunes animaux ont moins de sang que les adultes.

Chez les oiseaux :

Dans le moineau,	de 1/20;
Dans le canard,	de 1/29;
Dans la poule,	de 1/32.

Chez les reptiles la proportion du sang est en général plus forte; on l'a trouvée :

Dans le lézard, de 1/14;
Dans la grenouille, de 1/14;
Dans la salamandre, de 1/12.

Enfin, chez les poissons, elle semble être aussi faible que chez les oiseaux. Cette proportion est :

Dans la carpe, de 1/30 ;
Dans le brochet, de 1/32.

M. *Schultz* a constaté qu'il y a des différences individuelles qui dépendent du sexe et du degré d'embonpoint. Il estime de 50 à 60 kilogrammes le poids total du sang d'une vache de 300 kilogrammes; tandis qu'un bœuf gras du même poids n'aurait que 25, au plus 35 kilogrammes de sang, et un bœuf maigre, de 40 à 45 kilogrammes. Ainsi les femelles auraient, à proportion, plus de sang que les mâles, et les animaux gras moins de sang que les maigres.

Les anciens médecins avaient déjà fait cette observation, à l'égard de l'homme ; ils expliquaient par là pourquoi les personnes maigres supportent mieux les fortes saignées que celles qui ont beaucoup d'embonpoint.

Pour se convaincre de l'existence des globules, il suffit d'examiner le sang en circulation dans une membrane transparente de grenouille ou de salamandre. La matière colorante déposée entre le noyau et l'enveloppe varie en intensité, suivant les animaux et suivant l'âge du globule.

Les globules du sang varient considérablement, suivant les espèces, et leurs dimensions n'ont aucun rapport avec celles de l'animal lui-même. Les plus petits que l'on connaisse sont ceux de la chèvre; ils ont, terme moyen, de 1/250 à 1/300 de millimètre. Les plus grands, parmi les vertébrés, se rencontrent chez le protée ; ils ont 1/16 de millimètre en longueur sur un 1/40 en largeur, et pourraient presque se voir à l'œil nu. Certains animaux inférieurs en présentent de beaucoup plus grands encore, comparativement à leur propre taille.

Composition du sang.

Les substances qu'on rencontre dans le sang, sont la matière colorante ou *hématosine*, le *fer*, la *fibrine*, l'albumine, etc.

1° L'*hématosine*, incinérée, après avoir donné beaucoup d'ammoniaque dans sa combustion, laisse des cendres qui ne font que la centième partie environ de son poids. La proportion de cette matière est fort abondante dans le sang. Cette substance, quoique soluble dans l'eau, est en suspension dans le sang, à cause des autres substances que renferme ce liquide, et qui empêchent sa dissolution.

2° *Le fer*. Si l'on traite le sang par le feu, qu'on le calcine, qu'on le pulvérise, et qu'on présente à cette substance ainsi porphyrisée une pierre d'aimant, l'attraction magnétique y démontre la présence du fer. Les auteurs sont peu d'accord sur la quantité de ce métal que le sang peut contenir. Menghini pense qu'il en fait la centième partie ; d'autres soutiennent que sa proportion est de 1/500 ; ce qui porte à croire que ce principe constituant du sang, comme les matériaux de tous nos liquides, peut varier en quantité, suivant une foule de circonstances.

3° *La fibrine*. Substance solide qui, blanchie par des lotions multipliées, présente l'aspect d'un feutre dont les filaments entre-croisés sont extensibles et très-élastiques ; elle est d'une nature semblable à la fibre musculaire, ce que rappelle l'heureuse expression de *chair coulante* que déjà nous avons citée.

4° L'albumine, substance fort abondante : son rapport est de 1/5, en poids, de la totalité du sang.

5° Une matière grasse, phosphorée, qui ressemble parfaitement à celle que renferme la substance nerveuse.

6° Enfin, on trouve différents sels, de l'hydrochlorate de soude et de potasse, des phosphates, carbonates et sulfates alcalins, du sous-carbonate de chaux et de magnésie, et des phosphates de même base. Ainsi constitué, le sang contient tous les matériaux réparateurs de nos divers tissus et les éléments de toutes les sécrétions organiques.

Outre ces parties qu'on retrouve toujours dans le sang, il

en est d'autres qui s'y rencontrent accidentellement. Ainsi, la présence de nitrate ou de prussiate de potasse dans le sang a été constatée, quelque temps après le passage de ces matières dans l'estomac. Le principe colorant de la rhubarbe, le principe odorant du camphre et autres substances se retrouvent dans le sang, après avoir été introduits dans les voies digestives.

Il y a des différences entre le sang artériel et le sang veineux : ainsi l'artériel contient moins d'eau, plus de globules, plus d'hématosine ; il est d'une couleur écarlate; enfin, il renferme un peu plus de fibrine et moins d'albumine. Le sang veineux offre des qualités contraires ; de plus, sa couleur est d'un rouge foncé ; la proportion d'acide carbonique, dans le sang veineux, comparée à la proportion d'oxygène, est relativement plus considérable que dans le sang artériel.

Le sang artériel, qui, comme nous le verrons bientôt, doit sa teinte vermeille à l'oxygène qu'il a pris dans les poumons et qu'il entraîne à l'état de dissolution, redevient d'un rouge foncé noir en traversant les capillaires du corps, par suite du mélange qui s'établit entre lui et la matière organisée, mélange qui fait vivre les organes, mais qui rend le sang incapable de servir longtemps à l'entretien de la vie. Il revient des organes plus chargé d'acide carbonique, et ne reprend ses qualités vivifiantes qu'en repassant à l'état vermeil dans les poumons, où il s'empare d'une nouvelle quantité d'oxygène et abandonne de l'acide carbonique. Comme, ainsi qu'on le verra plus loin, il parcourt le corps en quelques minutes, ce temps suffit pour que chacune de ses portions perde et recouvre des facultés vivifiantes.

Pour apprécier toute l'importance du rôle que remplit le sang dans le corps d'un animal vivant, il suffit de le saigner et d'observer les phénomènes qui suivent l'opération. Lorsque l'écoulement du sang a continué pendant un certain temps, l'animal tombe en syncope ; si l'on n'arrête pas l'hémorrhagie, toute espèce de mouvement cesse en quelques instants, la respiration s'arrête, et la vie ne se manifeste plus par aucun signe extérieur. Si on laisse l'animal dans cet état, la mort ne

tarde pas à arriver. Mais si l'on parvient à injecter dans ses veines du sang semblable à celui qu'il a perdu, on voit avec étonnement cette espèce de cadavre revenir à la vie. A mesure qu'on introduit de nouvelles quantités de sang dans ses vaisseaux, il se ranime de plus en plus, et bientôt il respire librement, se meut avec facilité, reprend ses allures habituelles et se rétablit complétement.

Cette opération, que l'on désigne sous le nom de *transfusion*, est certes une des plus remarquables que l'on ait jamais faites ; elle peut aussi prouver l'importance de l'action des globules du sang sur les organes vivants. En effet, si, pour la transfusion, l'on emploie du sang réduit à son sérum et qu'on a privé de ses globules, la mort n'en arrive pas moins, et l'on ne produit pas plus d'effet que si l'on s'était servi d'eau pure.

Dès que Guill. Harvey eut découvert la circulation du sang, Christophe Wren conçut l'étrange idée de substituer, chez l'homme, à un sang vicié celui d'un animal jeune, ou mieux encore d'un enfant ou d'un adolescent.

Lower, Clarke, Riva, Manfredi, King, l'essayèrent sur les animaux. Denis, le premier (1666), la tenta sur l'homme. — Combattue par Lamartinière et Perrault, elle fut proscrite par un arrêt de la cour de Rome et, en 1675, par un arrêt du Parlement de Paris. On avait compté sur la *transfusion* pour guérir les maux les plus invétérés et, réalisant, en espérance, la fontaine fabuleuse de Jouvence, on ne se promettait rien moins que de rajeunir les vieillards, par le sang des jeunes hommes, et de perpétuer ainsi la durée de la vie... Toutes ces brillantes chimères ne tardèrent pas à s'évanouir.

On démontre l'influence du sang sur la nutrition des organes, en diminuant, par des moyens mécaniques, d'une manière notable et permanente, la quantité de sang que reçoit un organe ; on le voit alors diminuer de grosseur, se flétrir et souvent même se réduire à rien. On observe également que plus une partie du corps fonctionne et reçoit de sang, plus aussi son volume s'accroît. La contraction musculaire développe en excès les membres ou les régions du corps dans

lesquels on l'exerce : chez les danseurs, par exemple, les muscles des jambes et surtout du mollet acquièrent une grosseur remarquable ; tandis que chez les boulangers et les autres hommes qui exécutent de rudes travaux avec leurs bras, les muscles des membres supérieurs deviennent plus charnus que les autres parties. Or, les muscles reçoivent plus de sang, lorsqu'ils se contractent que lorsqu'ils sont en repos ; par cet afflux du sang, le travail nutritif qui les entretient est rendu plus actif et leur volume est accru.

APPAREIL CIRCULATOIRE. — CŒUR, ARTÈRES, VEINES.

Le sang ne reste pas en repos dans l'intérieur du corps ; il traverse sans cesse les organes qu'il sert à nourrir, et revient ensuite se mettre en contact avec l'air, dans l'appareil respiratoire, pour se distribuer de nouveau aux organes. Le mouvement général qui résulte de ces courants continuels constitue ce que les physiologistes appellent la *circulation du sang*.

Les organes de cette fonction sont le *cœur*, les *artères* et les *veines*.

Chez l'homme et chez la plupart des animaux, c'est le *cœur* qui donne au sang cette impulsion, et c'est dans un ensemble de canaux appelés *vaisseaux sanguins* que ce liquide est mis en mouvement.

Cœur.

Le *cœur*, dont la forme est à peu près connue de tout le monde, est situé au milieu de la poitrine *c* (pl. II, III, IV, V), dans l'intervalle qui sépare les deux poumons. Si les battements du cœur se font sentir vers le côté gauche, c'est que la pointe de cet organe est tournée de ce côté, et que les battements sont produits par cette pointe qui frappe à cet endroit les parois de la poitrine, près de l'extrémité antérieure de la sixième vraie côte (J, p. 87, et pl. V, fig. 1).

Le cœur est renfermé dans une enveloppe membraneuse où il est libre, et à laquelle il ne tient que par les gros vaisseaux qui en partent ou qui y aboutissent. Cette enveloppe

porte le nom de *péricarde*. Sa surface interne est continuellement humectée par un liquide séreux destiné à prévenir le frottement du cœur contre le péricarde, et à éviter les adhérences qui pourraient se former entre cet organe et son enveloppe.

Le cœur est une masse charnue, musculaire, creuse et présentant deux cavités distinctes que l'on nomme *ventricules* droit et gauche, *v*, *d* et *v*, *g* (pl. II, *lambeau*), *v*, *d* (pl. III, fig. 2) et *v*, *g* (pl. III, fig. 3) : le dernier est beaucoup plus volumineux, plus épais et un peu plus allongé que l'autre. Chacun d'eux est surmonté d'un appendice ou petit sac musculo-membraneux, qui porte le nom d'*oreillette*, *o*, *d*, *o*, *g* (pl. II et pl. III, IV, fig. 1, 2, 3, 45), de sorte que l'ensemble du cœur se compose de quatre cavités, deux à droite et deux à gauche, avec communication de chaque oreillette au ventricule qui lui correspond (pl. III, fig. 2, 3).

Examinons maintenant la structure du cœur et celle des gros vaisseaux qui en partent et s'y rendent.

Si l'on ouvre l'un des ventricules du cœur, on voit que ses parois se composent de l'entre-croisement en tous sens de colonnes charnues, d'abord très-volumineuses, puis moins grosses, et devenant enfin de plus en plus délicates ; elles paraissent former un tissu inextricable, lorsqu'on les regarde à l'œil nu. Ces colonnes sont adhérentes soit par leurs extrémités, soit par leurs bords. Elles forment, dans l'intérieur du cœur, un tissu dont les mailles sont de plus en plus fines, à mesure qu'on les considère plus près des parois de l'organe. Cette disposition en cellules est bien plus tranchée dans le cœur gauche *v*, *g* (pl. III, fig. 3) que dans le cœur droit *v*, *d*, (pl. III, fig. 2), dont la puissance musculaire est beaucoup moindre.

Ces colonnes charnues, lors de la dilatation du cœur, forment les cloisons d'une multitude de cellules qui communiquent toutes entre elles, et que le sang vient remplir. Le premier effet des colonnes sur le sang est donc de le tamiser, de le diviser en autant de petites masses distinctes qu'il y a de cellules. Cette sorte de trituration était nécessaire, à cause

de la composition du sang ; liquide visqueux, éminemment coagulable et tenant en suspension une foule de matières solides qui tendraient à se précipiter.

On a trouvé dans le cœur six couches de muscles. Trois seulement se rencontrent dans le ventricule droit, *v*, *d* (pl. III, fig. 2) ; on les voit toutes dans le gauche, *v*, *g* (*id.*, fig. 3). Elles ne sont pas complétement indépendantes les unes des autres et s'envoient réciproquement des fibres qui les unissent entre elles.

Les filets nerveux qui se distribuent dans les fibres musculaires proviennent de deux sources : du nerf *pneumogastrique*, qui émane du cerveau, et du nerf *grand sympathique*. L'influence nerveuse qui anime le cœur est ainsi puisée dans une grande étendue du système, ce qui l'expose moins que d'autres organes aux causes de paralysie, et lui permet de persister encore, quand, déjà, la vie s'est retirée des autres appareils.

Les vaisseaux sanguins sont de deux ordres ; les uns, appelés *artères*, servent à porter le sang du cœur dans toutes les parties du corps *ao* (dans les diverses figures des planches II, III, IV). Les autres, désignés sous le nom de *veines*, rapportent ce liquide de ces organes vers le cœur *v*, *c*, *s*, et *v*, *c*, *i* (pl. II, III et IV, et *n*, *m*, p. 87).

Artères.

Artères. — Les vaisseaux qui doivent transporter le sang artériel dans tous les organes naissent du ventricule gauche du cœur par un seul tronc appelé *artère aorte* (*a*, *o*, pl. III, fig. 1).

Cette grosse artère remonte d'abord vers la base du cou, puis se recourbe en bas, en formant une espèce de crosse, passe derrière le cœur, et descend verticalement au-devant de la colonne vertébrale jusqu'à la partie inférieure du ventre. Pendant ce trajet, il se sépare de l'aorte un grand nombre de branches dont les principales sont exposées, synoptiquement, dans le tableau ci-après :

L'ARTÈRE AORTE fournit :

1. *A son origine*..
   1. Ar. coronaire gauche du cœur *ou* cardiaque antérieure.
   2. Ar. droite du cœur *ou* cardiaque postérieure.

2. *A sa crosse*.....
   - *A droite*,
     1. Ar. brachio-céphalique *divisée en*.
        1. Ar. carotide primitive.
        2. Ar. sous-clavière.
   - *A gauche*,
     1. Ar. carotide primitive.
     2. Ar. sous-clavière.

3. *Dans le thorax*.
   1. Les Ar. bronchiques, droite *et* gauche.
   2. Les Ar. œsophagiennes, *au nombre de* 4, 5 *ou* 6.
   3. Les Ar. médiastines postérieures.
   4. Les Ar. intercostales inférieures, *ou* aortiques *au nombre de* 8, 9 *ou* 12.

4. *Dans l'abdomen*.
   1. Les Ar. diaphragmatiques inférieures, droite *et* gauche.
   2. Ar. cœliaque.
   3. Ar. mésentérique supérieure.
   4. Ar. mésentérique inférieure.
   5. Les Ar. capsulaires moyennes, 1 *de chaque côté*.
   6. Les Ar. rénales *ou* émulgentes.
   7. Les Ar. lombaires, 4 *ou* 5 *de chaque côté*.

5. *De sa bifurcation résultent*.....
   1. Les Ar. iliaques primitives, droite et gauche, *chacune divisée en*.
      1. Ar. iliaque interne.
      2. Ar. iliaque externe.

La disposition générale des vaisseaux sanguins résulte du rôle auquel ils sont destinés :

1° Les deux *artères carotides* remontent sur les côtés du cou et distribuent le sang à la tête (pl. II, *lambeau*);

2° Les deux artères des membres supérieurs prennent successivement le nom d'*artères sous-clavières*, *axillaires* et *brachiales*, suivant qu'elles passent sous la clavicule, qu'elles traversent le creux de l'aisselle, ou qu'elles descendent le long du bras ; elles s'y divisent en deux branches appelées *artères radiale* et *cubitale* et nourrissent les membres supérieurs ;

3° Les *artères intercostales*, en nombre considérable, se dirigent, de chaque côté du corps, marchent entre les côtes, et nourrissent toutes ces parties ;

4° L'*artère cœliaque* se rend à l'estomac, au foie et à la rate ;

5° Les *artères mésentériques* se ramifient dans les intestins ;

6° Les *artères rénales* pénètrent dans les reins,

Et 7° les *artères iliaques* terminent en quelque sorte l'aorte, et portent le sang aux membres inférieurs.

Les artères ayant à distribuer dans toutes les parties du corps le sang qui sort du cœur, doivent nécessairement se subdiviser, se ramifier de plus en plus, à mesure qu'elles s'éloignent de cet organe.

Veines.

Le sang, parvenu à l'extrémité des vaisseaux capillaires, est, ainsi que nous l'avons déjà dit, pompé par les veines, dont les radicules sont très-déliées. Ces radicules se réunissent successivement, de manière à constituer des troncs qui deviennent d'autant plus gros qu'ils sont plus voisins du cœur, où tout ce système sanguin se résume par les deux *veines caves* : la *supérieure* qui verse dans le cœur le sang veineux provenant de la tête et des bras et augmenté du chyle qui s'est mêlé à ce liquide, dans la *veine sous-clavière gauche* (pl. III, fig. 4, *recto* et *verso*) ; l'inférieure qui verse dans le cœur le sang de tous les organes du tronc et des membres inférieurs et, par conséquent, le sang de la *veine porte* auquel s'est mêlé le chyle qui a été absorbé par les radicules des veines intestinales (pl. de la page 87).

Les veines qui pompent et charrient le sang ainsi transmis à toutes les parties du corps, suivent à peu près le même trajet que les artères, mais elles sont plus grosses, plus nombreuses, et en général situées plus superficiellement. Un grand nombre de ces vaisseaux marchent sous la peau, d'autres accompagnent les artères et, en dernier résultat, tous se réunissent pour former les deux gros troncs qui s'ouvrent dans l'oreillette droite du cœur *v*, *c*, *s* et *v*, *c*, *i* (pl. III et IV, fig. 4). Pour mieux favoriser le cours du sang, surtout dans les parties où il circule de haut en bas et contre son propre poids (comme aux jambes), les veines sont garnies intérieurement de valvules, véritables soupapes qui s'opposent à ce que ce fluide rétrograde vers les radicules. Ces valvules sont, en outre, destinées

à diviser le sang en petites colonnes plus faciles à mettre en mouvement (pl. III, fig. 8).

La structure des vaisseaux qui partent des deux ventricules du cœur est très-remarquable. Leur paroi interne est lisse et polie; c'est là ce qui prévient les obstacles que le frottement du sang contre les vaisseaux mettrait au cours de ce liquide. Ce qui fait surtout la supériorité des tuyaux vivants sur les canaux que l'on emploie dans les arts, c'est l'élasticité des premiers; cette élasticité existe dans le double sens de la longueur et de la largeur du vaisseau. Cette propriété de tissu est beaucoup plus prononcée dans les artères que dans les veines; mais elle a dans chacun de ces vaisseaux un caractère particulier. Ainsi l'artère est moins extensible que la veine, et elle revient plus promptement à ses dimensions premières. La veine, au contraire, qui est plus extensible, revient moins vivement sur elle-même.

Rappelons, ici, que les veines qui viennent des intestins présentent, dans leur distribution, une particularité remarquable. Après s'être réunies en un gros tronc, elles pénètrent dans le foie et s'y ramifient comme les artères; puis les rameaux se réunissent de nouveau et vont se terminer dans la veine cave inférieure près du cœur. On donne à cet ensemble de vaisseaux le nom de *système de la veine porte, f, f', f''* (pl. de la page 87).

Il résulte de ce que nous venons de dire des deux ordres de vaisseaux qui servent à la *circulation du sang*, que les artères peuvent être comparées aux branches d'un arbre, et les veines à ses racines; mais, au lieu d'être séparées les unes des autres, comme le sont, dans les plantes, les branches et les racines, les artères et les veines se continuent les unes avec les autres et forment un seul système de canaux, pour que le sang puisse passer des unes dans les autres, en traversant la substance des organes. On désigne sous le nom de *vaisseaux capillaires* les canaux étroits qui lient entre eux ces deux ordres de conduits. Ces vaisseaux, d'une ténuité excessive, sont ainsi la terminaison des artères et l'origine des veines; c'est à eux que s'arrête le mouvement *centri-*

fuge du sang artériel, à eux que commence le mouvement *centripète* du sang veineux.

Dans les figures des planches auxquelles le lecteur a été renvoyé, dans la description qui précède, il voudra bien remarquer que la teinte dont on a colorié les cavités du cœur et les vaisseaux qui y correspondent est la même, *dans toutes les figures relatives à la circulation* : à défaut d'autres éclaircissements, cette ressemblance pourrait suffire à prévenir toute confusion. Nous devons ajouter que ces teintes sont de convention et ne reproduisent pas la couleur réelle du sang artériel ni du sang veineux.

Les figures 4 des planches III et IV ne représentent pas la disposition naturelle du cœur et des vaisseaux : cette *séparation* est purement théorique, et n'est destinée qu'à donner une idée de la manière dont le sang, en parcourant le cercle circulatoire, traverse deux fois le cœur, et traverse aussi deux systèmes de vaisseaux capillaires. En se rendant de l'artère pulmonaire dans les veines du même nom, le sang traverse, en effet, les vaisseaux capillaires des poumons ; il traverse aussi les vaisseaux capillaires des différents organes, en pénétrant dans leur structure intime et en passant des radicules des artères dans les radicules des veines. Les deux moitiés du cœur, qui, dans la nature, ne sont séparées que par une cloison, ont été, dans ces figures, complétement isolées, pour rendre plus facile l'intelligence de la disposition des oreillettes et des ventricules.

La *portion d'intestin* et les *vaisseaux chylifères* qui en partent y sont également rapprochés par une fiction ; il nous a paru utile de mettre le canal où s'élabore le produit de l'alimentation, dans un rapport de voisinage avec les vaisseaux sanguins qui, bientôt, charrieront ce produit ; et c'est dans ce but que nous avons imaginé de placer les vaisseaux chylifères et le canal thoracique près des veines et des cavités droites du cœur où elles vont s'aboucher.

MÉCANISME DE LA CIRCULATION. — EXPLICATION DES PHÉNOMÈNES DU POULS.

Mécanisme de la circulation.

Le sang veineux de toute l'économie, réuni dans les deux veines caves supérieure et inférieure *v, c, s* et *v, c, i* (pl. III, fig. 1), est versé dans l'oreillette droite *o, d* (*id.*); de là, il se rend dans la pompe droite ou ventricule droit *v, d* (*id.*), en vertu de la dilatation de cette cavité et de la contraction de l'oreillette. Cette pompe exerce sur le sang une pression qui ferme la valvule placée entre l'oreillette et le ventricule, et ouvre celle de l'artère pulmonaire *a, p* (pl. III, fig. 2).

Le sang est ainsi poussé librement vers les poumons.

Porté, par les divisions capillaires de l'artère pulmonaire, dans l'intérieur du poumon, le sang subit l'influence de l'air amené par les bronches, et, toujours sous l'action des contractions de la pompe droite, il revient rapidement dans les veines pulmonaires *v'*, *p'* (*id.*, fig. 3). Celles-ci se rendent à l'oreillette gauche du cœur *o, g* (pl. III et IV), où elles se résument en quatre gros troncs. La contraction de l'oreillette gauche et la dilatation de la pompe gauche font passer le sang de l'oreillette dans le ventricule *v, g* (*id.*). Cette pompe alors se contracte, la valvule placée entre l'oreillette et le ventricule gauche se ferme, celle de l'aorte s'ouvre et laisse passer le sang qui entre dans ce vaisseau, *a, o*, au travers duquel l'action du cœur le pousse constamment.

Il résulte de cette disposition que l'oreillette et le ventricule droit sont, dans leur action, indépendants de l'oreillette et du ventricule gauches, et que le cœur présente ainsi un organe double (pl. III, fig. 4) dont chaque moitié a des usages différents.

C'est dans l'oreillette droite *o, d* (pl. III, fig. 4) que viennent s'ouvrir les deux gros troncs veineux, connus sous le nom de veines caves supérieure et inférieure (*v, c, s, v, c, i,*) qui ramènent de tous les points du corps le produit des diverses ab-

sorptions ; et c'est dans l'oreillette gauche, *o*, *g*, (*id.*) qu'est versé, par les quatre veines pulmonaires, le sang qui vient d'être révivifié dans les poumons.

Le ventricule droit donne naissance à l'artère pulmonaire *a*, *p* (pl. III, fig. 1), qui porte aux poumons le fluide à sanguifier. L'*artère aorte a*, *o* (*id.*), naît de la partie supérieure et droite du ventricule gauche.

Cette grosse artère dont le tableau de la page 98 résume les divisions principales, remonte d'abord vers la base du cou *ao* (pl. II), puis se recourbe en bas, passe derrière le cœur, et descend verticalement au-devant de la colonne vertébrale jusqu'à la partie inférieure du ventre. Répétons, ici, qu'il se sépare de l'aorte un grand nombre de branches dont les principales sont les deux *artères carotides*, *a*, *c*, et *a'*, *c'* (pl. III, *recto* et *verso*) qui remontent sur les côtés du cou et distribuent le sang à la tête ; les artères des membres supérieurs, qui prennent le nom d'*artères sous-clavières*, *axillaires* et *brachiales* (pl. III, *a*, *b* et *a'*, *b'*), suivant qu'elles passent sous la clavicule ; qu'elles traversent le creux de l'aisselle ou qu'elles descendent le long du bras : l'*artère cœliaque*, qui se rend à l'estomac, au foie et à la rate ; les *artères mésentériques*, qui se ramifient dans les intestins ; les *artères rénales*, qui pénètrent dans les reins *r* et *r* (pl. II), et les *artères iliaques i*, *i* (*id.*) qui terminent, en quelque sorte, l'aorte, et qui portent le sang aux membres inférieurs (K, p. 87).

Une différence remarquable existe entre les vaisseaux qui partent du ventricule gauche et ceux qui arrivent au ventricule droit. Les vaisseaux qui succèdent à l'aorte offrent souvent de très-fortes courbures, ce que l'on ne remarque pas pour ceux qui rapportent le sang au cœur. Les artères s'engagent très-souvent dans les canaux à parois osseuses, circonstance qui doit avoir une influence très-grande sur la circulation, puisque ces tuyaux perdent leur élasticité

Enfin, le liquide qui s'échappe du ventricule gauche pour aller porter la vie dans tous les points de l'économie, a acquis dans le poumon des qualités nutritives stimulantes qu'il ne possédait pas avant de traverser l'organe. Le contact de l'air

augmente sa température, modifie sa viscosité ; l'exhalation et l'absorption changent sa composition ; de sorte qu'il arrive au côté gauche du cœur avec des propriétés physiques toutes nouvelles qui influent sur la manière dont il doit circuler dans les artères.

En résumant ce qui vient d'être dit, on voit que le sang qui arrive des différentes parties du corps par le système veineux, *v*, *c*, *s*, — *v*, *c*, *i* (pl. III, fig. 4), pénètre d'abord dans l'oreillette droite du cœur, passe ensuite dans le ventricule du même côté, et se rend de là aux poumons par l'artère pulmonaire.

Après avoir traversé l'organe respiratoire, il revient au cœur par les veines pulmonaires qui s'ouvrent dans l'oreillette gauche de cet organe, *v*, *p* (*id.*). De l'oreillette gauche, le sang descend dans le ventricule gauche, et cette dernière cavité l'envoie dans les artères destinées à le porter vers toutes les parties du corps, d'où il revient, comme nous l'avons déjà dit, dans l'oreillette droite du cœur. Le *recto* et le *verso* des planches III et IV permettent de rétablir avec une grande fidélité les rapports du cœur avec les vaisseaux qui lui sont liés, et les rapports de ces mêmes vaisseaux avec les poumons.

Les organes figurés dans ces planches ont tous été reproduits ainsi sous leurs deux faces, de façon à donner à un dessin la propriété que possède seule la sculpture de montrer un objet sous tous ses aspects.

On doit voir, par ce qui vient d'être exposé, qu'en parcourant le cercle circulatoire, le sang traverse deux fois le cœur : à l'état de *sang veineux* dans le côté droit, à l'état de *sang artériel* dans le côté gauche. Néanmoins la circulation est complète, car les cavités veineuses et les cavités artérielles du cœur ne communiquent pas ensemble, et le sang veineux traverse en entier l'appareil respiratoire pour se transformer en sang artériel.

Il est facile de comprendre le mécanisme à l'aide duquel le sang se meut dans tous ces vaisseaux ; les cavités du cœur se resserrent et s'agrandissent alternativement, et poussent

ainsi le sang dans les canaux abouchés sur elles et qui ne sont en quelque sorte que leur continuation.

Les deux ventricules se contractent en même temps, et, tandis que leurs parois se relâchent, les oreillettes se contractent à leur tour. Les mouvements de contraction portent le nom de *systole*, et l'on appelle *diastole* les mouvements contraires.

Chaque cavité a sa *diastole* et sa *systole*. Toutefois, comme les ventricules occupent la plus grande partie du *cœur* qu'ils forment presque à eux seuls, *v, d, — v, g* (pl. III et IV, fig. 1), le plus ordinairement c'est la contraction ou le relâchement des ventricules que l'on veut désigner sous les noms de *systole* et de *diastole*.

On a observé que la *diastole* était trois fois plus longue que la *systole*.

Lorsqu'une oreillette se contracte pour refouler le sang, le ventricule qui lui correspond se dilate pour le recevoir, et *vice versâ*. On conçoit, en effet, que ces deux cavités ne pourraient pas se contracter en même temps, car alors le fluide contenu dans la première ne pourrait jamais se vider dans la seconde. Cette alternative n'existe point à l'égard de chacune des deux moitiés du cœur, et la *diastole* et la *systole* sont simultanées dans le cœur gauche et dans le cœur droit.

Pendant la *systole* (ou mouvement de contraction), le cœur se raccourcit, se déplace, et va frapper de sa pointe la paroi latérale gauche du thorax, entre la sixième côte et la septième. Ce phénomène, très-apparent lorsqu'on place la main sur le côté gauche de la poitrine, a été attribué :

1° A ce que le cœur n'étant fixé qu'à sa base, tout mouvement imprimé à sa totalité ne porte que sur son extrémité libre ;

2° A ce que les oreillettes, qui sont alors dilatées, doivent soulever l'organe et le porter en avant ;

3° A ce que l'aorte et l'artère pulmonaire recevant une impulsion telle qu'elles sont déplacées, leur courbure tend à s'effacer ; or, comme des deux extrémités de la courbure que forment ces vaisseaux, celle qui répond au cœur est la plus

mobile, c'est celle, a-t-on dit, qui se redresse le plus et entraîne avec elle cet organe.

Explication du phénomène du pouls.

La contraction des ventricules obligeant, à chaque instant, la masse du sang à s'avancer dans les vaisseaux artériels, les artères se distendent, et la pression du liquide contre leurs parois élastiques constitue ce qu'on appelle le *pouls*. Le pouls artériel est, en général, isochrone à la contraction du ventricule qui le produit.

D'après la fréquence et la force des mouvements du pouls, on peut juger de la manière dont le cœur bat, et en tirer des inductions utiles pour la médecine.

Le *pouls* ne se fait pas sentir partout ; pour le distinguer, il faut comprimer légèrement une artère d'un certain volume entre le doigt et un plan résistant, un os par exemple, et choisir aussi un vaisseau situé près de la peau, comme l'artère radiale au poignet.

Les mouvements du cœur se renouvellent très-fréquemment ;

Chez l'homme adulte on compte ordinairement de soixante à soixante-quinze battements par minute ;

Chez les vieillards le cœur bat à peine soixante fois dans le même espace de temps : on l'a même vu ne donner que trente pulsations ;

Dans les très-jeunes enfants le cœur s'élève en général à environ cent vingt pulsations.

Dans le courant du premier mois qui suit la naissance, la vitesse augmente progressivement : elle arrive entre cent vingt-cinq et cent trente.

Cette progression continue jusqu'au troisième mois, où la moyenne approche de cent trente à cent quarante ; mais alors elle commence à descendre, par des degrés insensibles, jusqu'à l'âge de quinze ou vingt ans, où on la trouve un peu au-dessus de quatre-vingts.

Pendant tout ce temps, le pouls est soumis aux mêmes

causes de perturbation que chez l'adulte ; avec cette différence, toutefois, que la faiblesse et l'extrême susceptibilité de l'enfant rendent leur action beaucoup plus puissante.

A toutes les époques de la vie, on peut trouver de grandes variations dans les mouvements du pouls ; et, sans parler ici de l'état de maladie, où les nombreuses irrégularités de ces phénomènes ont été déterminées, caractérisées et désignées de différents noms par les médecins, ne sait-on pas qu'une foule de circonstances influent sur la fréquence et la force des battements du cœur; ils sont accélérés par l'exercice, par les émotions de l'âme. Dans la défaillance et la syncope, ils sont considérablement diminués, et même quelquefois complétement interrompus.

« Outre ces battements sensibles, dit M. Richerand, il est un mouvement pulsatoire intérieur, obscur, par lequel toutes les parties du corps sont agitées, chaque fois que les ventricules du cœur se contractent... Tout vibre, tout tremblote, tout palpite dans l'intérieur du corps, les mouvements du cœur en ébranlent toute la masse ; et ces frémissements, sensibles à l'extérieur, se manifestent surtout lorsque la circulation s'exécute avec plus de force et de rapidité... Dans toute agitation violente, nous sentons en nous mêmes l'effort par lequel le sang, à chaque battement du pouls, pénètre tous les organes, épanouit tous les tissus ; et c'est de ce tact intérieur que naît en grande partie le sentiment de l'existence, sentiment d'autant plus vif et d'autant plus intime que l'effet dont nous parlons est plus marqué. »

Il n'est pas sans intérêt de rechercher quelle est la vitesse du sang et combien de temps il met à parcourir le circuit entier. Héring s'est livré à de curieuses observations à ce sujet. Dans dix-huit expériences faites sur des chevaux, le temps qu'une dissolution de cyanure de fer, injectée dans une des veines jugulaires d'un cheval, a mis pour arriver à la veine jugulaire opposée, en parcourant le cœur droit, la petite circulation, le cœur gauche et la grande circulation, a été de vingt à trente secondes ; il lui a fallu vingt secondes seulement pour parvenir aux veines du pied ; entre quinze et trente

pour atteindre l'artère mésentérique; une fois dix à quinze et une autre fois vingt à ving-cinq pour arriver à l'artère maxillaire externe; entre vingt à vingt-cinq, vingt-cinq à trente, et une fois plus de quarante, pour déceler sa présence dans l'artère métatarsienne. Le résultat n'a guère varié, quelle que fût la fréquence des battements du cœur.

Suivant Wrisberg, une femme qui périt d'hémorrhagie perdit 13 kilogr. de sang; et l'on recueillit 12 kilogr. de ce liquide chez un individu condamné à la décapitation. Si l'on admet qu'à chaque battement, le cœur de l'homme pousse de 60 à 90 grammes de sang, la circulation de 12 kilogr. de ce liquide exige de cent trente-trois à deux cents battements du cœur. D'après cela, on peut supposer que la circulation achève son circuit, chez l'homme, en cent trente-trois ou deux cents battements du cœur.

La nature des organes influe aussi sur la vitesse du mouvement du sang. Celui qui passe d'un côté à l'autre du cœur par les vaisseaux cardiaques, exige infiniment moins de temps pour accomplir ce trajet que celui qui se rend du cœur gauche au pied et du pied au cœur droit. La voie à parcourir pour aller du cœur droit au cœur gauche, en traversant les poumons, est plus courte que la plupart des arcs compris dans la grande circulation, et le sang la parcourt avec beaucoup plus de vitesse qu'il ne marche dans la plupart des autres vaisseaux du corps.

RESPIRATION. — PHÉNOMÈNES CHIMIQUES. — MÉCANISME DE L'INSPIRATION ET DE L'EXPIRATION. — ASPHYXIE.

Respiration.

L'acte nutritif que ce nom désigne peut être considéré sous deux points de vue : 1° d'une manière générale ; c'est l'échange nutritif qui a lieu, médiatement ou immédiatement, entre les êtres vivants et l'atmosphère. 2° Dans un sens plus restreint ; c'est la portion de cet échange nutritif, qui s'effectue dans certains organes spéciaux qui, chez l'homme, se nomment

poumons. En résumé, c'est une fonction de l'économie qui a pour but la transformation du sang veineux en sang artériel, par l'intermédiaire de l'air atmosphérique. Nulle autre fonction n'entraîne plus rapidement la mort par sa suspension et n'est, par conséquent, plus essentielle à la vie. Sans elle, le travail si compliqué de la digestion serait comme non avenu, puisque les sucs qui sont élaborés par cette dernière fonction ont besoin de recevoir de la respiration les propriétés qui achèvent de les rendre assimilables à nos tissus.

Appareil respiratoire.

Les organes de la respiration sont, dans l'homme, la cavité de la poitrine, le thorax et les poumons. La cavité du *thorax* est formée principalement par les côtes, qui, en arrière, s'attachent aux vertèbres du dos, et, en avant, viennent s'appuyer sur l'os sternum *m* (pl. I, fig. 1, et pl. VII, fig. 2). Les espaces que les côtes laissent entre elles sont remplis par des muscles, et inférieurement cette espèce de cage est séparée du ventre par une cloison charnue appelée le *muscle diaphragme* (pl. II, *lambeau*, et pl. VII, *lambeau d*).

Toutes les parties de cette cage osseuse ne sont pas également mobiles, et la colonne vertébrale, en particulier, se borne à fournir un point d'appui fixe et résistant aux côtes dont la mobilité sert merveilleusement à l'ampliation ou au resserrement de la capacité thoracique.

Quant aux poumons, ce sont des organes spongieux, contenus dans la cavité de la poitrine *p*, *d*, et *p*, *g* (pl. II, *lambeau pg*, *pd*, pl. VII, fig. 1, et *p*, *p'*, fig. 1, pl. III et IV). Ils sont formés par la réunion d'un grand nombre de vésicules qui communiquent toutes les unes avec les autres. C'est dans ces vésicules que s'introduit l'air extérieur. Quand il pénètre dans leurs cavités, il les distend et augmente ainsi le volume total du poumon, c'est ce qui arrive dans l'inspiration; quand, au contraire, les poumons se vident de l'air qui les avait distendus, leur volume diminue, c'est ce qui arrive dans l'expiration.

L'air pénètre dans la structure spongieuse des poumons, à l'aide de petits canaux qui se ramifient dans leur substance. Ces canaux sont appelés *bronches* (pl. II), *p*, *p'* (pl. III, fig. 1, et *br*, pl. IV); ils sont le résultat de la division d'un conduit unique, qu'on appelle *trachée-artère*, *t* (pl. III et IV, fig. 1). Cette trachée-artère communique elle-même avec l'arrière-bouche par un canal plus évasé, appelé larynx, *l* (pl. IV, fig. 6 et 7) : c'est dans la cavité que se passe le phénomène de la voix, qui est le produit des vibrations imprimées à l'air par la cavité du larynx.

Larynx, trachée-artère, bronches sont donc des noms destinés à désigner divers points d'un seul et même canal, qui est le *canal aérien*. La planche III et son *verso*, la planche IV, donnent une idée aussi exacte que possible des rapports anatomiques de ces divers canaux : à la planche III, on voit la face antérieure des canaux aériens et des poumons, dans lesquels ils se distribuent ; au *verso*, et dans les mêmes contours, on voit leur face postérieure. Tous ces conduits sont tapissés par une membrane mince qui se continue supérieurement avec celle qui revêt l'intérieur de l'arrière-bouche, des fosses nasales et de la bouche; ils sont formés par un grand nombre de petits cerceaux cartilagineux placés les uns au-dessus des autres *t* (*id.*, *id.*). Ces anneaux sont très-élastiques, et empêchent le canal aérien de s'affaisser, et d'opposer ainsi un obstacle à l'arrivée de l'air dans les poumons.

C'est en s'introduisant par les fosses nasales *b* (pl. VII, fig. 1) ou la bouche (*id.*, *id.*), dans l'arrière-bouche, dans le larynx, dans la trachée-artère et dans les bronches, que l'air extérieur pénètre jusque dans les cellules pulmonaires. Comme les canaux qu'il parcourt se subdivisent sans cesse, en diminuant de volume, la colonne d'air se trouve aussi se diviser, et elle n'arrive dans les cellules des poumons que sous des volumes très-déliés. C'est à cet état seulement que s'opère l'action de l'air sur le sang veineux qui, de son côté, a été apporté dans les poumons par des vaisseaux dont nous avons déjà parlé.

Les poumons de la planche II ont été disposés de manière

à faire comprendre leurs rapports dans la cavité de la poitrine; on peut, en les soulevant, voir la face interne des côtes et la partie postérieure des poumons. Dans les poumons droit et gauche, j'ai supposé qu'une section faite à leur tissu montrait les vaisseaux qui le pénètrent et s'y subdivisent; cela donne une idée de la structure spongieuse de cet organe, et de l'intrication si compliquée des vaisseaux aériens, veineux et artériels dans l'acte important de l'hématose. On voit encore, dans la figure 1 de la planche III, une image de la division des vaisseaux dans le tissu pulmonaire.

Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration.

On donne le nom de *Phénomènes mécaniques* de la respiration à l'ensemble des mouvements qui ont pour effet de mettre en rapport l'air et le sang, dans les vésicules bronchiques des poumons. Ces mouvements sont la dilatation et le resserrement de la poitrine qu'on appelle *inspiration* et *expiration*.

Inspiration. L'inspiration consiste dans la dilatation de la poitrine et dans l'entrée de l'air dans les poumons.

A chaque inspiration, l'air qui a été inspiré est chassé du poumon et sort par la bouche et les fosses nasales; mais il en reste toujours une certaine quantité dans les organes respiratoires.

Le mécanisme par lequel l'air est appelé dans les poumons, ou en est expulsé, est très-simple et ressemble assez bien au jeu d'un soufflet, avec cette différence que, pour les poumons, l'air pénètre dans cet organe et s'en échappe par le même conduit, ce qui n'a pas lieu pour le soufflet. Les poumons sont, en effet, logés dans une grande cavité, dont les parois sont mobiles et disposées de façon à pouvoir s'agrandir et se resserrer alternativement, les poumons suivent toutes ces variations, et se dilatent ou diminuent par suite de ces mouvements.

L'agrandissement de la poitrine, ou l'inspiration, est le produit, d'une part, de l'élévation des côtes; d'une autre part, de la contraction des fibres du muscle diaphragme, dont

la convexité diminue et qui, dans cet état, tend de plus en plus à former un plan horizontal.

Voici comment cette dilatation a lieu : les poumons, par leur propre élasticité, et surtout par la contraction des fibres charnues qui entrent dans la composition des bronches, agrandissent ou diminuent leur capacité. Dans l'inspiration, comme nous venons de le dire, le diaphragme se contracte ; sa surface, de convexe qu'elle était, devient plane, puis concave, ce qui détermine l'agrandissement de la cavité thoracique dans la direction de son diamètre vertical. Dans ce même moment, les côtes et le sternum sont soulevés, et la poitrine est agrandie dans le sens de ses diamètres transversaux, et d'avant en arrière. La capacité du thorax étant augmentée, le poumon qui lui est contigu se dilate aussi et l'air extérieur pénètre son tissu, par le seul fait de l'équilibre auquel il est soumis, et à peu près comme il entre dans un soufflet quand on en écarte les plateaux.

L'inspiration présente trois degrés :

1° Inspiration ordinaire, dans laquelle le thorax se dilate, suivant son diamètre vertical, par l'abaissement du diaphragme.

2° Inspiration grande, qui dépend de l'abaissement du diaphragme et de l'élévation du thorax, par les muscles qui, de cette cavité, vont au cou ou au bras ; elle agrandit la poitrine suivant ses trois diamètres.

3° Inspiration forcée. Le thorax est dilaté dans tous les sens par les mêmes muscles, mais agissant d'une manière plus forte.

A chaque inspiration, l'air extérieur se précipite dans les poumons en pressant la face interne des vésicules pulmonaires, de la même manière qu'il presse toute la surface extérieure du corps. Il y pénètre en traversant la bouche et les fosses nasales, dilate les cellules, et se mêle à l'air qu'elles contiennent.

La pression atmosphérique a pour auxiliaires les muscles intercostaux externes qui prennent un point d'appui sur les premières côtes qui sont soulevées et maintenues fixes par les muscles de la région du cou.

Expiration. L'expiration consiste dans le resserrement de la poitrine, qui revient à ses premières dimensions lorsqu'elle a été dilatée, et dans la sortie de l'air des poumons qui, en vertu de leur élasticité, reviennent sur eux-mêmes, aussitôt que l'insufflation a cessé.

Les poumons qui sont *passifs*, dans l'inspiration, deviennent donc *actifs*, dans l'expiration. La contraction de leur tissu qui vient en aide à son élasticité ne suffit pourtant pas à chasser tout l'air que l'inspiration avait fait pénétrer dans leur intérieur ; des muscles entrent en action et associent leurs contractions pour produire l'amoindrissement de la cavité du thorax. A cet effet, les côtes inférieures, fixées par les muscles inférieurs du tronc, deviennent un point d'appui pour les muscles intercostaux internes dont la contraction entraîne l'abaissement des côtes les unes sur les autres et, par suite, la diminution des diamètres transversaux et antéro-postérieurs de la poitrine. L'abaissement des côtes est suivi de l'aplatissement du ventre dont les organes refoulés en haut, rétablissent la convexité du diaphragme et diminuent la cavité pectorale, jusqu'à ce que l'air inspiré ait été chassé. Il résulte de ce qui précède que l'air est, tour à tour, attiré dans la poitrine et repoussé au dehors, et que les poumons suspendus dans cette cavité en suivent les parois, dans leur mouvement d'expansion, et reviennent sur eux-mêmes, aussitôt que, l'insufflation cessant, ils cessent d'être dilatés sous l'effort de l'air.

L'expiration a trois degrés :

1° Expiration ordinaire. Elle dépend du relâchement du diaphragme, qui reprend sa convexité et rétrécit verticalement la poitrine.

2° Expiration grande. Elle est produite par le relâchement du diaphragme et des autres muscles du thorax, et par le retour élastique des côtes, de leurs cartilages et du sternum, qui reprennent leur première place, et rétrécissent la poitrine dans tous ses diamètres.

3° Expiration forcée. Elle est l'effet de la contraction des muscles larges de l'abdomen, du dentelé postérieur et inférieur du sacro-lombaire, du long dorsal, etc.

De quelques actes relatifs aux phénomènes mécaniques de la respiration.

Les mouvements de la respiration sont souvent produits pour le service de fonctions autres que la respiration, ainsi : ils sont employés pour l'odorat, pour la succion, dans les efforts, dans nos diverses excrétions, soit volontaires, soit involontaires, etc.; enfin, ils concourent à des phénomènes expressifs, tels que le soupir, le bâillement, le rire, le sanglot, etc.

1° Dans les *efforts*, on commence par faire une grande inspiration, puis la glotte se ferme par la contraction de ses muscles constricteurs ; les muscles expirateurs, les abdominaux surtout, se contractent et tendent à expulser du thorax la masse d'air que l'inspiration y a introduite, mais qui ne peut en sortir par suite de l'occlusion de la glotte. Il résulte de là que le thorax est momentanément rendu immobile et fournit un point d'appui solide aux muscles qui doivent servir à la production de l'*effort*.

2° Dans la *toux*, l'air est expiré brusquement, produit un bruit remarquable, balaye les bronches et la trachée-artère, et entraîne les mucosités qui constituent les crachats ; elle est l'effet d'un sentiment d'irritation ou de gêne sur un point des voies aériennes.

3° Dans l'*éternument*, l'air est expulsé presque en totalité par les fosses nasales qu'il balaye ; cet acte est involontaire et souvent déterminé par une irritation du voile du palais. Une inspiration profonde précède l'expiration brusque et sonore qui se produit par la bouche et les fosses nasales. L'éternument est souvent accompagné d'une contraction spasmodique des muscles de la face, et d'un effort violent qui est souvent suivi d'ébranlements dans la tête, de douleurs dans la poitrine, quelquefois même de ruptures de vaisseaux sanguins.

4° Le *soupir* n'est qu'une large et lente inspiration produite d'intervalle en intervalle et dont la cause est souvent morale, quelquefois physique, lorsque, par exemple, on est dans le vide ou qu'on respire un air appauvri. Le soupir, alors, a pour

but de faire pénétrer dans le poumon tout le volume d'air que réclame la quantité de sang veineux qui s'y est accumulée lentement.

5° Le *bâillement* est une inspiration plus longue, plus profonde, plus involontaire qu'une inspiration ordinaire, accompagnée d'un grand écartement des mâchoires, d'une expression faciale particulière, et quelquefois de pandiculations qui donnent aux membres une attitude immobile, et les changent en points d'appui de l'action musculaire ; cette inspiration est suivie d'une expiration lente, graduée et qui se fait avec un bruit sourd. Le bâillement est le signe du besoin de sommeil, du désœuvrement ou de l'ennui.

6° Le *rire* consiste dans la succession de petites expirations saccadées, bruyantes, accompagnées de l'expression faciale gaie, et précédées d'une grande inspiration. Le diaphragme et ses nerfs jouent un grand rôle dans ce mouvement respiratoire. La résonnance ou le bruit du rire est déterminé par les vibrations des cordes vocales et aussi par celles du voile du palais.

7° Le *sanglot* se rapproche beaucoup du rire par son mécanisme, avec cette différence qu'il est dû aux affections tristes et aux émotions vives. Il est déterminé par la contraction convulsive et saccadée du diaphragme qui rend intermittent le bruit produit par les lèvres de la glotte, pendant l'inspiration. Le sanglot est souvent accompagné de pleurs.

8° Le *hoquet* provient de la contraction spasmodique du diaphragme qui, déterminant l'entrée de l'air par saccades, produit des inspirations brusques, sonores et fatigantes. Le hoquet est une véritable convulsion du diaphragme, une inspiration abrupte produite par la seule action de ce muscle, dont la contraction coïncide quelquefois avec la vibration des lèvres de la glotte. Le hoquet est causé la plupart du temps par une compression exercée sur le pharynx ou l'œsophage lorsqu'on avale de trop grosses bouchées, ou par une succession trop rapide d'actes de déglutition ; fréquemment, c'est un signe d'affection nerveuse. Krimer prétend qu'on peut le produire, chez les animaux, en irritant et comprimant le cardia.

9° Le *ronflement* est caractérisé par la résonnance que produisent dans le pharynx et les fosses nasales les vibrations du voile du palais sur l'air qui sort des voies respiratoires. Il peut également être produit par des mucosités qui obstruent les cavités de la bouche ou du nez.

Phénomènes chimiques de la respiration.

La respiration n'étant autre chose qu'une sorte de digestion dont l'*air* est l'agent, nous devons d'abord parler de ce fluide.

Air.

L'air, le seul gaz qui puisse être aspiré continuellement, entoure la terre d'une couche de plus de soixante kilomètres d'épaisseur ; il constitue ainsi l'atmosphère qui nous presse de toutes parts, se trouve en contact immédiat avec nos parties vivantes, et remplit toutes les cavités de notre corps qui communiquent à l'extérieur.

L'atmosphère n'est pas seulement formée des gaz dont nous parlerons bientôt ; elle contient, outre ces éléments, de l'eau ordinairement à l'état de vapeur invisible, et souvent de l'eau à l'état de vapeur visible; elle contient, de plus, du calorique, du fluide électrique, et une foule de matières qui s'échappent de tous les corps. L'atmosphère peut être regardée comme le réceptacle de toutes les émanations qui s'élèvent de la terre. On peut la considérer comme un immense réservoir, un vaste laboratoire où se produisent sans cesse des compositions et des décompositions, des dissolutions et des précipitations d'eau, des décharges électriques, des élévations et des abaissements de température, des dilatations et des condensations, des mouvements accélérés ou ralentis..... d'où résultent les brouillards, les nuages, les vents, les pluies, les neiges, les grêles et tant d'autres météores qui sillonnent l'atmosphère, l'embrasent, l'obscurcissent ou l'éclairent, et la modifient de mille manières.

Nous venons de voir que l'eau est en grande quantité dans

l'atmosphère, et que si le globe présente un vaste océan liquide, on peut dire que l'atmosphère en contient un autre vaporeux. L'eau dissoute dans l'air est indispensable pour l'entretien de la vie des végétaux et des animaux.

L'air n'est pas un corps homogène ; la chimie y a démontré l'existence de principes très-différents et qui, par conséquent, peuvent ne pas jouer le même rôle dans le phénomène de la respiration. En effet, outre la vapeur d'eau, l'air fournit, par l'analyse, vingt et un centièmes d'*oxygène* et soixante-dix-neuf centièmes d'*azote*, ainsi que des traces de *gaz acide carbonique*. Voyons si ces gaz différents agissent de la même manière, ou bien si c'est à l'un d'eux qu'appartient plus spécialement la propriété d'entretenir la vie.

Un animal maintenu dans un vase rempli d'air, mais hermétiquement fermé, de façon que l'air ne puisse pas y être renouvelé, ne tardera pas à éprouver du malaise, de la gêne, puis de l'angoisse, puis des convulsions à la suite desquelles il mourra asphyxié. Il est évident que, dans cette expérience, l'air qui entoure l'animal a perdu la faculté d'entretenir la vie, et si l'on en fait alors l'analyse chimique, on s'aperçoit qu'il a perdu en même temps la majeure partie de son oxygène. Si l'on place ensuite un autre animal dans un vase rempli de gaz azote, on le voit périr également ; tandis que si l'on enferme un troisième animal dans de l'oxygène, il y respire avec plus d'activité que dans l'air, et ne présente aucun symptôme d'asphyxie.

Il est donc évident que c'est à la présence de l'oxygène que l'air atmosphérique doit ses propriétés vivifiantes.

La découverte de ce fait important ne date que de la fin du siècle dernier (1777), et elle est due à un des chimistes français les plus célèbres, Lavoisier.

Tous les animaux enlèvent donc à l'air qui les entoure une certaine quantité d'oxygène, mais les changements qu'ils déterminent ainsi, dans la composition de ce fluide, ne se bornent pas là ; l'oxygène qui disparaît est remplacé par un gaz nouveau, l'acide carbonique. La production de cette substance est un acte non moins général parmi les animaux que

l'absorption de l'oxygène ; et c'est dans ces deux phénomènes que consiste essentiellement le travail *respiratoire*.

Pour constater ce fait, on n'a qu'à souffler pendant quelque temps, au moyen d'un tube, dans de l'eau tenant en dissolution de la chaux. L'acide carbonique a la propriété de s'unir à cette dernière substance, et de donner ainsi naissance à un corps qui est insoluble, et qui, par sa composition, est analogue à la craie. Dans cette expérience, l'acide carbonique qui s'échappe des poumons ne tarde pas à se combiner avec la chaux et à former du carbonate de chaux, poussière blanchâtre qui, en se déposant, trouble l'eau et devient facile à apercevoir. Ce fut par ce moyen qu'en 1757 un chimiste de Glasgow, Back, constata le premier la production de ce gaz, pendant la respiration. L'acide carbonique peut, du reste, se reconnaître encore à d'autres signes, car il éteint les corps en combustion, et fait périr les animaux qui le respirent en quantité un peu considérable.

Le gaz azote, dont le nom signifie privation de la vie, change peu de volume dans l'acte respiratoire, il n'est là en quelque sorte que pour diviser l'oxygène, l'étendre, afin qu'il pénètre d'une manière égale et uniforme dans toutes les cellules des poumons. Telle est aussi la raison pour laquelle les deux gaz sont intimement unis dans l'atmosphère, mais simplement dans un état de mélange qui leur permet de se séparer l'un de l'autre avec la plus grande facilité.

Nous avons dit qu'une foule de substances autres que les gaz oxygène et azote, s'ajoutent à ces éléments, dans la composition de l'air ; ajoutons qu'il est rare que ce ne soit pas au préjudice de la *respiration*. Les proportions d'oxygène et d'azote sont essentielles à l'accomplissement régulier de cette fonction. Un excès d'azote amène la suffocation, tandis qu'un surcroît d'oxygène use la vie. L'air le plus favorable à la respiration est celui qui réunit aux principes que nous venons d'indiquer un certain degré de sécheresse et une température modérée. Il est cependant certains cas de maladie dans lesquels la *respiration* se trouve aidée par un air moins pur, surtout plus humide : c'est ainsi que les phthisiques préfèrent

l'air épais et chargé d'émanations animales, tel qu'on le rencontre dans les étables, à l'air sec et vif qu'on respire dans les lieux élevés.

Changements de l'air respiré

Si l'on analyse l'air sortant des poumons, on trouve, d'une part, que l'air expiré ne contient plus, au lieu de 20 pour 100 d'oxygène ; que 16 pour 100), il a donc disparu 4 pour 100 de ce gaz. D'autre part, on trouve près de 4 pour 100 en volume d'acide carbonique, au lieu de quatre ou six millièmes que conservait l'air inspiré. L'air atmosphérique qui sort du poumon, dans l'expiration, est donc moins riche en oxygène que l'air qui y a été introduit par l'inspiration. La quantité en moins d'oxygène représente la portion de ce gaz passée dans le sang, au travers des membranes du poumon. Quant à l'azote, on a remarqué que l'air expiré en contenait à peu près la même proportion que l'air inspiré (79 pour 100).

Quoiqu'il soit difficile d'évaluer, d'une manière absolue, la quantité d'air qui, à chaque inspiration, pénètre dans les poumons, et que cette quantité puisse varier par une infinité de circonstances, on peut cependant s'arrêter à quelques chiffres approximatifs.

Ainsi l'on admet qu'il entre dans les poumons d'un homme ordinaire 500 centimètres cubes d'air (un demi-litre) à chaque inspiration. Or ce même homme faisant, en moyenne, dix-huit mouvements respiratoires complets (inspiration et expiration) par minute, il en résulte que la durée moyenne de chaque inspiration et expiration réunies dure près de trois secondes, ce qui, à raison d'un demi-litre d'air pour chaque acte respiratoire, donne plus de cinq cents litres d'air circulant, en une heure, dans les poumons, pour les besoins de la respiration.

Nous avons vu que l'*air expiré* contenait moins d'oxygène que l'*air inspiré*. Cet air perd donc de l'oxygène dans son passage à travers les cellules pulmonaires. D'une autre part, on s'est assuré qu'il contenait, alors, une quantité d'acide carbonique plus considérable. L'acide carbonique *expiré* n'étant

que le produit de la combustion des aliments, aux dépens de l'oxygène *inspiré*, ces deux gaz devraient se correspondre volume à volume (puisqu'un volume déterminé d'oxygène qui brûle du charbon donne un égal volume d'acide carbonique). Ce n'est, pourtant, pas ce qui arrive tout à fait; la quantité d'oxygène absorbée, pendant l'inspiration, l'emporte, en effet, sur la quantité d'acide carbonique exhalé.

Ajoutons que l'air inspiré prend une chaleur très-voisine de celle du corps, se raréfie et dissout l'humidité des canaux aériens des poumons. Après avoir agi sur le sang noir et avoir été expiré, il est chargé de vapeurs fournies par la transpiration pulmonaire, il les entraîne avec lui et les abandonne en se refroidissant; cette exhalation se constate surtout en hiver, où l'air expiré s'échappe de la bouche ou du nez, sous forme de vapeur. Cette eau en vapeur provient, comme l'acide carbonique, du sang qui traverse les poumons, et constitue ce que les physiologistes appellent la *transpiration pulmonaire*. On a calculé que cette eau s'élevait à près de cinq cents grammes en vingt-quatre heures.

Nous sommes avertis du degré d'altération que l'air a subi dans nos poumons par un sentiment qui nous porte à le renouveler. Ce sentiment, peu appréciable dans la respiration ordinaire, parce que nous nous hâtons d'obéir au besoin fréquent du renouvellement de l'air, devient douloureux s'il n'est pas promptement satisfait.

L'anxiété et l'effroi qu'on éprouve, dans ces douloureuses circonstances, et la mort qui survient alors en quelques minutes, révèlent suffisamment le but final de ce retour si fréquent du besoin de respirer.

Que s'est-il donc passé dans ce contact de deux fluides si différents, l'air et le sang veineux? L'air a été décomposé, le sang veineux l'a été également. Dès qu'une bulle d'air est mise en contact avec une particule de sang veineux, ce sang éprouve un changement notable : il était noir, lourd, épais, chargé de principes non nutritifs et de produits excrémentitiels recueillis dans tous les points du corps : il charriait de la sérosité, de la lymphe, des matières carbonisées. L'air extérieur vient-il à

l'atteindre, au moment même ce sang veineux est décomposé et fait place à un sang rouge, spumeux et qui a reçu de cette modification les qualités nutritives qu'il n'avait pas auparavant.

Deux théories physiologiques ont été proposées pour rendre compte de ces phénomènes :

Suivant l'une, la formation de l'acide carbonique et de l'eau a lieu dans les poumons mêmes, au contact de l'oxygène de l'air avec les vaisseaux capillaires qui portent au poumon le sang veineux.

Suivant l'autre théorie, l'oxygène n'agirait plus immédiatement dans le poumon sur le sang ; il y serait simplement absorbé; les phénomènes chimiques auxquels il concourt se passeraient, hors de la substance du poumon, dans le trajet circulatoire, et ce n'est qu'au retour du sang dans le poumon qu'il y verserait les produits de l'oxygénation.

Cette dernière théorie a pris place dans la science, depuis les savantes recherches de M. Magnus sur la respiration. Cet habile chimiste a établi que les deux sangs contiennent du gaz oxygène, du gaz azote et du gaz acide carbonique, qu'il y a plus d'oxygène dans l'artériel que dans le veineux, et que le veineux contient plus d'acide carbonique que l'artériel.

L'acide carbonique contenu dans le sang se trouve chassé, pendant la respiration, par l'air atmosphérique, et remplacé en partie par du gaz oxygène, car il y en a toujours une certaine quantité qui demeure dissoute dans le sang artériel; de l'acide carbonique se forme dans toute l'étendue du système vasculaire sanguin, mais surtout dans les capillaires, par l'effet du contact qui a lieu entre le sang et les molécules des organes. Mais tout l'oxygène que renferme le sang artériel ne disparaît pas, en traversant les capillaires; on en retrouve encore une partie dans le sang veineux, et quand celui-ci arrive aux poumons, l'air expiré entraîne une partie de cet oxygène qui a servi à former l'acide carbonique.

En réfléchissant à la consommation énorme d'oxygène que les animaux doivent faire chaque jour, on pourrait craindre que l'atmosphère n'en fût, à la longue, dépouillée et que tous

les animaux ne périssent asphyxiés; mais la nature a employé des moyens puissants pour renouveler, sans cesse, la quantité de ce gaz répandu autour de la surface du globe. Ce moyen est précisément un phénomène du même ordre que celui dont il est destiné à contre-balancer les effets : c'est la *respiration des plantes.*

Les végétaux absorbent l'acide carbonique répandu dans l'atmosphère et, sous l'influence de la lumière solaire, ils en extraient le carbone et mettent l'oxygène à nu. Ainsi, c'est le règne végétal qui donne aux animaux l'oxygène qui leur est nécessaire, et c'est la respiration des animaux qui fournit sans cesse aux végétaux l'acide carbonique indispensable à leur accroissement.

On voit donc que c'est en grande partie du rapport qui existe entre les animaux et les végétaux que dépend la nature de l'atmosphère, et, qu'à son tour, c'est la composition de l'air qui doit régler en quelque sorte le nombre relatif de ces êtres.

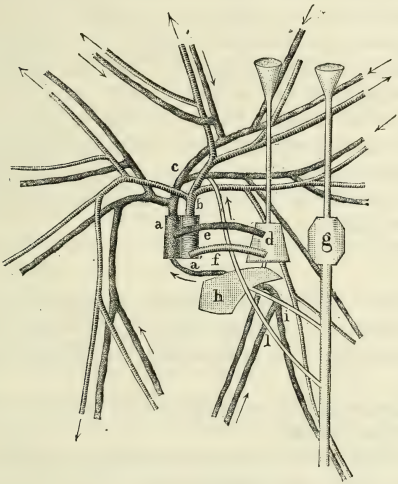
Afin de faire comprendre mieux encore les divers actes qui concourent à la fabrication du sang nutritif et à la distribution de ce liquide, nous avons imaginé de comparer ce phénomène physiologique à la distribution d'une eau potable dans un établissement quelconque, auquel serait adossé un appareil d'épuration qui recevrait l'eau devenue insalubre, pour la rendre ensuite propre aux usages des habitants.

C'est l'objet de la figure placée ci-contre. Le travail strié de la gravure servira à distinguer les tuyaux d'eau potable des tuyaux d'eau insalubre, rendus gris dans le dessin. Quant aux appareils de réaction et à leurs conduits, ils se détachent en blanc.

La caisse *a a'* contient deux corps de pompe : l'une *a'*, envoie, à travers le tube *b* et toutes ses divisions *striées*, l'eau potable qui parvient ainsi dans les nombreuses dépendances de l'établissement, ainsi que l'indique la direction des flèches qui accompagnent les tubes *striés*. L'autre pompe *a* n'est pas chargée d'une distribution aussi lointaine, elle n'envoie que près d'elle, dans l'appareil d'épuration *d*, le liquide qu'elle re-

çoit et qui est apporté dans sa cavité par deux canaux, l'un en haut, *c*, l'autre en bas, *a'*, de tous les coins de l'établissement où a été portée l'eau potable.

Quel est ce liquide? C'est de l'eau insalubre. — Pourquoi



insalubre ? Parce qu'elle a servi aux divers usages de la vie et, qu'en perdant ses bonnes qualités, elle en a pris de mauvaises. Recueillie partout où elle se déposait, elle a été charriée par des canaux gris, jusque dans la pompe *a*; celle-ci la fait passer par le tube *e*, dans l'appareil d'épuration *d*, où elle redeviendra potable, et d'où elle sortira par le tube *f*, pour être versée dans la pompe *a'* dont nous venons de faire connaître l'usage.

S'il ne s'agissait que d'enlever la mauvaise qualité de l'eau insalubre, nous pourrions nous arrêter ici ; le réservoir *d* a, en effet, transformé le liquide qui l'a traversé. Mais cela ne

suffit pas, et il faut encore ajouter à cette eau des propriétés qu'elle n'a plus et qui ont disparu dans l'usage qu'on en a fait. C'est à cela que pourvoiront deux appareils, *g* et *h*. Le premier *g* élabore une substance qui rendrait à l'eau toutes les qualités qu'elle a perdues, si cette substance elle-même était perfectionnée par une sorte de réactif que fabrique le laboratoire *h*. C'est, en effet, ce qui arrive; il part de l'appareil *h* un tube *i* qui verse dans l'appareil *g* le réactif en question, et quand le mélange a produit le liquide désiré, ce dernier est transporté par le tube *l* dans le tube *c*, l'un des canaux qui s'abouchent dans le corps de pompe *a*. C'est mêlée au vaisseau gris, que cette substance réparatrice passe dans l'appareil d'épuration *d*, d'où, comme nous l'avons déjà vu, elle revient dans le corps de pompe *a'* qui la distribue partout où elle est nécessaire.

Asphyxie.

On appelle *asphyxie* la suspension prolongée ou l'abolition des phénomènes de la respiration, et, par suite, celles des fonctions cérébrales, de la circulation et de toutes les autres fonctions.

On range parmi les asphyxies tout ce qui peut mettre obstacle à la respiration :

L'introduction d'un corps étranger dans la trachée-artère ;

Le gonflement considérable d'une partie plus ou moins étendue du conduit aérien ;

L'induration du poumon ;

L'inaction des muscles qui concourent à l'acte respiratoire, soit que cette inaction résulte de la paralysie des nerfs qui s'y rendent, soit qu'elle dépende d'une pression mécanique.

Les causes qui produisent l'asphyxie sont de trois sortes :

1° L'air ne peut pénétrer dans les poumons ;

2° L'air qui les parcourt n'est pas propre à la respiration ;

3° L'air a des propriétés nuisibles.

L'asphyxie par privation d'air peut être occasionnée par *submersion*, par *strangulation* ou par *immersion dans le vide*.

Les phénomènes qui accompagnent l'asphyxie par *submer-*

sion varient en raison d'un grand nombre de circonstances.

Si l'individu qui tombe ou se précipite dans les flots est à l'instant même pris de syncope, il peut succomber par suite de cet état plutôt que par asphyxie.

S'il conserve l'intégrité de ses facultés intellectuelles, s'il sait nager, la lutte peut être pour lui longue et cruelle : tous ses efforts le ramèneront à la surface de l'eau; il cherchera longtemps à venir y respirer l'air dont il a besoin, et dans chaque tentative il avalera une certaine quantité d'eau, dont une petite portion s'introduira dans la trachée-artère, en provoquant une toux convulsive. Il essayera de saisir, de s'accrocher à tous les corps mobiles ou immobiles qu'il rencontrera; dans cette lutte horrible, le sang affluera de plus en plus vers le cerveau, et bientôt, brisé par la fatigue et succombant aux efforts de cette congestion, il restera sans mouvement et glissera au fond de l'eau, en laissant échapper de sa poitrine quelques bulles d'air.

S'il ne sait pas nager, mais qu'il n'ait pas été pris de syncope, la lutte peut encore durer quelque temps ; mais elle sera moins longue que dans le cas précédent. En général, les noyés offrent les caractères suivants : face pâle, ou légèrement violacée; bouche écumeuse, langue souvent placée entre les dents : mucosités, rarement sanguinolentes, dans le larynx, la trachée-artère, les bronches ; une petite quantité d'eau dans la trachée-artère ; poumons développés, violacés, contenant beaucoup de sang fluide ; cavités droites du cœur remplies; cavités gauches à peu près vides : estomac contenant de l'eau; le foie, la rate gorgés de sang, les vaisseaux du cerveau injectés; la substance médullaire piquetée ; enfin, les ongles souillés de vase et de sable.

Dans l'asphyxie par *strangulation*, si le cou est comprimé par un lien fortement serré, le retour du sang de la tête au cœur devient impossible et la trachée-artère ne peut plus admettre l'air qui la traversait. Alors se manifestent les symptômes suivants : les veines jugulaires et les parties situées au-dessus de la ligature se gonflent, la face s'injecte, devient rouge, livide ; les yeux plus que saillants; les lèvres prennent une

teinte bleue ; la bouche est remplie d'écume ; la langue est poussée au dehors ; les membres s'agitent ; le pouls diminue de fréquence et cesse bientôt de se faire sentir. Le degré de constriction exercé par le lien passé autour du cou peut expliquer la rapidité plus ou moins grande avec laquelle la mort survient ; la luxation des vertèbres dans la suspension la détermine à l'instant même.

Après la mort des asphyxiés par strangulation, on trouve ordinairement les vaisseaux du cerveau engorgés et des épanchements dans la substance de ce viscère : les cavités gauches du cœur ne contiennent qu'une petite quantité de sang, les cavités droites en sont remplies, pendant les premiers instants qui suivent la mort.

Les phénomènes de l'*asphyxie dans le vide* ne sont connus que par les expériences tentées sur les animaux. En plaçant ceux-ci sous le récipient d'une machine pneumatique, on a remarqué qu'ils manifestaient d'abord une extrême inquiétude, suivie bientôt d'une agitation violente ; que plus l'air était raréfié, plus les mouvements respiratoires s'accéléraient ; que l'animal s'affaiblissait ; que des hémorrhagies, des déjections involontaires précédaient la mort, qui ne tardait point à survenir, et qu'enfin celle-ci était d'autant plus prompte que la soustraction de l'air respirable était plus rapide.

C'est encore dans les asphyxies par défaut d'air qu'il faut placer celle des nouveau-nés ; dans ces cas-là, l'enfant sortant du sein de sa mère ne donne souvent aucun signe d'existence : si la tête a longtemps été comprimée, si des mucosités obstruent l'entrée des voies aériennes, la respiration ne s'exécute point, la circulation semble suspendue.

Asphyxie par les gaz non respirables. Les effets de cette asphyxie sont rarement aussi prompts que ceux que nous venons d'indiquer. C'est encore ici le défaut de l'air respirable et non l'action délétère du gaz respiré qui détermine la suspension des phénomènes de la vie.

Un animal placé sous un récipient contenant seulement du *gaz azote* éprouve, à l'instant même, de la gêne dans la respiration qui devient grande, élevée, rapide ; il s'affaiblit progres-

sivement; cependant, s'il est assez tôt ramené à l'air libre, il revient vite à son état ordinaire. Si la mort a lieu, on trouve le système artériel rempli de sang noir. Ce gaz est une des causes du *plomb* ou asphyxie des fosses d'aisances. Il se dégage dans les caves contenant des substances qui ont de l'affinité pour l'oxygène. Quelques chimistes qui se sont exposés à le respirer pur ou à peu près pur, sont à l'instant devenus pâles, verdâtres; ont éprouvé du malaise, de l'anxiété, des syncopes.

Les phénomènes qui résultent de la respiration du gaz hydrogène sont à peu près les mêmes que les précédents. Les animaux succombent, tantôt en quelques minutes, tantôt dans un temps un peu plus considérable.

Selon Davy, l'inspiration du *gaz oxydule d'azote* produit d'abord une sorte de vertige, suivi de picotements à l'estomac; la vue, l'ouïe semblent douées d'une énergie plus grande; la force musculaire augmente; on sent un besoin irrésistible d'agir, de se mouvoir et, sans perdre le sentiment de ses actions, on éprouve un commencement de délire, caractérisé par une vivacité, une gaieté inaccoutumées; si l'on cesse de respirer ce gaz, tous ces symptômes disparaissent en peu de temps. Les expériences du chimiste anglais n'ont pas eu pour tous ceux qui les ont répétées des résultats semblables.

L'*acide carbonique* formé, comme on le sait, de carbone et d'une certaine proportion d'oxygène, est, comme l'air, incolore à l'état de gaz, mais beaucoup plus pesant que ce fluide: il se produit pendant la combustion du charbon et la fermentation alcoolique. C'est de l'action de ce gaz sur l'économie que dépendent les accidents qui arrivent dans les puits, les mines, les souterrains, les cuves où fermentent le vin et la bière, les fours à chaux, et partout où se dégage de l'acide carbonique.

Dans une grotte située à Pouzzoles, il s'en dégage continuellement de l'intérieur de la terre, et ce gaz occasionne des phénomènes qui, au premier aperçu, paraissent très-singuliers, et excitent la curiosité de tous les voyageurs. Lorsqu'un homme entre dans cette caverne, il n'éprouve aucune gêne dans la respiration; mais s'il est accompagné d'un chien,

cet animal ne tarde pas à tomber asphyxié à ses pieds, et périrait promptement si on ne le portait au grand air. Cela dépend de ce que le gaz acide carbonique, étant plus lourd que l'air, ne s'y élève pas, mais reste près du sol, et y forme une couche d'environ deux pieds d'épaisseur. Or, un chien qui pénètre dans la grotte se trouve à l'instant plongé tout entier dans ce gaz méphitique, et doit nécessairement s'y asphyxier; tandis qu'un homme, dont la taille est beaucoup plus élevée, n'a que la partie inférieure de son corps exposée à l'action de l'acide carbonique, et respire librement l'air pur qui se trouve au-dessus. Ce lieu remarquable est connu sous le nom de la *Grotte du Chien*.

Cette grotte, située sur le penchant d'une colline, en face et à peu de distance du lac d'Agnano, est extrêmement fertile. Elle a l'apparence d'un petit cabanon dont la voûte et les parois seraient grossièrement taillées dans le rocher. Sa largeur est d'environ un mètre, sa profondeur de trois mètres, sa hauteur d'un mètre et demi. L'entrée en est fermée par une porte dont un gardien a la clef. L'aire de la grotte est terreuse, noire, humide, brûlante. De petites bulles sourdent dans quelques points de sa surface, crèvent, et laissent échapper un fluide aériforme qui se réunit en un nuage blanchâtre au-dessus du sol. Ce nuage est formé de gaz acide carbonique, que colore un peu de vapeur d'eau. La présence de cet acide est facile à constater par les réactifs ordinaires :

Il rougit faiblement l'infusum bleu de tournesol.

Il blanchit l'eau de chaux. Si on laisse tomber de l'eau de chaux dans une éprouvette placée sur l'aire de la grotte, cette eau, transparente à sa sortie de la fiole, devient blanche en traversant la couche d'acide carbonique, et l'on ne reçoit plus dans l'éprouvette qu'une liqueur lactescente.

Il est impropre à la combustion. Une torche allumée qu'on plonge dans la couche s'éteint immédiatement. Le résultat est le même si, puisant de l'acide carbonique dans une éprouvette, on le renverse au-dessus de la torche. Le gaz, entraîné par son poids, retombe sur la flamme et l'éteint comme ferait un verre d'eau.

Du phosphore, des allumettes chimiques, de la poudre ne s'enflamment point dans la couche du gaz.

M. le docteur James a complété les renseignements qu'on avait déjà sur les effets produits par le séjour des animaux dans la grotte, en déposant des lapins et des grenouilles dans la couche d'acide carbonique, et en tenant compte du temps qu'ils ont mis à y mourir ; il a compté pour

le Chien,	3 minutes.	la Poule,	2 minutes.
le Lapin,	2 minutes.	la Grenouille,	5 minutes.
le Chat,	4 minutes.	la Couleuvre,	7 minutes.

La durée différente de l'asphyxie chez ces animaux s'explique aisément. Un reptile est plus longtemps à mourir qu'un mammifère, parce qu'il lui faut moins d'air dans un temps donné, et que sa circulation est plus lente. De même, un animal fort et vigoureux oppose plus de résistance qu'un faible. Tout le monde sait combien le chat *a la vie dure ;* aussi voyons-nous le chat vivre dans la grotte une minute de plus que le chien.

Pour évaluer le temps qu'un homme mettrait à mourir dans la grotte, on ne peut prendre de point de comparaison dans l'asphyxie produite par la vapeur du charbon. En effet, la grotte contient une couche d'acide carbonique pur, dont l'action est immédiate et certaine, tandis que la combustion du charbon n'altère que peu à peu l'atmosphère. Par conséquent, les progrès de l'asphyxie ne suivent plus, dans ce dernier cas, une marche constante : ils sont lents ou rapides, selon le volume de gaz exhalé. S'il faut en croire une tradition qui ne mérite peut-être pas une entière confiance, l'expérience aurait été faite, il y a trois siècles, par le prince de Tolède. Il fit étendre tout de son long dans la grotte un criminel dont on avait lié les pieds et les mains, de manière qu'il ne pût se soulever au-dessus de la couche d'acide carbonique. On l'y laissa dix minutes : quand on le retira, il était mort.

On a élevé bien des conjectures sur le mode de production et d'exhalation de l'acide carbonique de la grotte de Pouzzoles. En examinant les conditions géologiques de cette cavité,

on a constaté que le sol en est essentiellement volcanique ; les eaux thermales y abondent ; elles contiennent, pour la plupart, du gaz acide carbonique en proportion notable.

L'aire de la grotte est humide, formée par une terre friable et poreuse. Sa température est de 38° cent. M. James, ayant creusé un petit trou dans le sol, y plongea un thermomètre. Le mercure monta à 40°. La terre qu'il avait enlevée était plus imprégnée d'eau que celle de la surface. N'oublions pas que le gaz acide carbonique, au moment où il se forme dans la grotte, est chargé de vapeur aqueuse.

Il devient déjà très-probable qu'une source d'eau thermale gazeuse passe au-dessous de l'aire de la grotte, et qu'elle fournit l'acide carbonique.

A quelques pas de la grotte, et à 5 ou 6 mètres au-dessous de son niveau est le lac d'Agnano. Ses eaux bouillonnent en deux ou trois endroits, dans cette partie voisine du bord qui regarde la grotte. M. James y plongea la main ; l'eau était froide comme dans le reste du lac. Ce savant médecin ne douta pas que ce ne fût la source d'eau thermale gazeuse dont il avait soupçonné le passage dans la grotte, et qui perdait sa chaleur en se versant dans le lac. Le bouillonnement n'était autre chose que le gaz acide carbonique qui se dégageait de cette source. Pour le constater, il remplit d'eau une éprouvette, et la plaça, renversée, au-dessus d'un endroit bouillonnant. L'eau fut peu à peu chassée par le gaz, qui prit sa place. Il plongea dans l'éprouvette une bougie allumée ; elle s'éteignit. Il chargea de nouveau l'éprouvette, et y versa de l'eau de chaux : cette eau blanchit.

Il est permis de conclure de ces diverses observations qu'une source d'eau thermale gazeuse passe au-dessous de la grotte du Chien, et qu'elle laisse échapper, à travers les porosités du sol, le gaz acide carbonique qui se renouvelle sans cesse, comme le courant qui l'alimente.

Près du volcan de *Gerolstein*, on trouve une caverne qui donne issue à un courant gazeux plus remarquable encore. Le gaz ne paraît pas différer notablement de l'air atmosphérique, car on le respire sans éprouver aucun embarras. Sa vitesse est

assez grande, et même hors de la caverne on sent l'impression du vent qui en sort. Il est froid et humide, et pendant tout l'été il dépose sur les parois de la grotte une couche de glace fort épaisse qui en tapisse toutes les parties, et produit des effets d'une transparence et d'un éclat merveilleux.

Pendant l'hiver, le vent souterrain s'arrête, et la glace cesse de se déposer.

M. Reynaud pense que la température si froide de ce courant d'air, à l'instant où il s'échappe du sein de la terre, est le résultat de l'expansion subite qu'il éprouve, et indique par conséquent un état de compression intérieure. Ce phénomène (analogue à celui qui se passe dans la machine Schemnitz) de la présence dans l'intérieur de la terre d'un réservoir considérable d'air comprimé, est un fait digne d'attention et qui pourrait peut-être se rapporter à quelques cas particuliers des puits artésiens. La suspension du courant, pendant la saison froide, tendrait même à faire croire que ce soufflet naturel est tout à fait analogue à une trompe hydraulique. Des courants d'eau naturels venant à tomber dans les cavernes intérieures, qui doivent être nombreuses dans ce pays bouleversé par les volcans, entraînent dans leur chute de l'air atmosphérique qui se dégage dans les réservoirs souterrains, avec une compression proportionnelle à la profondeur.

Une source atmosphérique fort curieuse existe dans les bois qui entourent le lac Laacher, et rappelle, quoique sur une échelle plus petite, la grotte du Chien. C'est un dégagement souterrain d'acide carbonique qui se fait jour silencieusement à travers le sol, et vient aboutir dans une espèce de fosse de près d'un mètre de profondeur, pratiquée dans une terre végétale au milieu des broussailles. Lorsque l'air est calme, la cavité se remplit presque uniquement d'acide carbonique, et il en résulte une asphyxie assez prompte pour les êtres qui viennent y respirer. Le fond du trou est couvert de débris ; les insectes et surtout les fourmis y arrivent en grand nombre pour chercher leur nourriture ; mais, privés d'air, ils y demeurent la plupart, et les oiseaux, à leur tour, apercevant l'appât trompeur, volent vers le piége, et y sont pris. Les bû-

cherons, qui sont au courant de cette manœuvre, visitent régulièrement la grotte atmosphérique de Laacher, et tirent profit de cette chasse dont la nature seule fait tous les frais.

On rapporte à l'asphyxie produite par des gaz non respirables, celle qui est due au défaut de renouvellement d'air atmosphérique. On l'a observée chez des prisonniers enfermés, en grand nombre, dans un cachot où deux petites ouvertures ne laissaient entrer qu'une quantité insuffisante d'air. Plusieurs de ces malheureux succombèrent en peu d'heures, ceux qui survécurent présentaient, en sortant de ce lieu, l'aspect de véritables cadavres.

Parmi les *gaz nuisibles*, les uns produisent l'asphyxie en provoquant la toux et un spasme nerveux des voies aériennes, ce sont les *gaz irritants;* les autres ont une action plus rapide, ce sont les *gaz délétères : l'acide sulfureux, l'ammoniaque,* le *chlore* font partie des premiers, et les expériences faites sur les animaux ont prouvé que, respirés seuls, ils peuvent produire l'asphyxie en quelques minutes.

Asphyxie par les gaz délétères. Ces gaz n'agissent pas seulement en enlevant aux organes de la respiration le principe essentiellement respirable ; leur influence paraît s'exercer par voie d'absorption, et ils produisent moins l'asphyxie qu'un véritable empoisonnement. On n'a bien observé jusqu'ici que les accidents déterminés par l'oxyde de carbone, l'hydrogène carboné, l'hydrogène sulfuré, l'hydrosulfure d'ammoniaque et le gaz nitreux.

L'asphyxie produite par le gaz oxyde de carbone est un événement assez fréquent dans les endroits où l'on brûle le charbon et où l'air ne pénètre qu'en petite quantité. Ce gaz se dégage ordinairement en même temps que l'hydrogène carboné. Les personnes qui s'exposent à leur action éprouvent en général un violent mal de tête, un resserrement à la région des tempes, des vertiges, des palpitations, des bourdonnements d'oreille, des nausées; la respiration devient de plus en plus difficile; la vue se trouble et se perd; les forces manquent et la chute devient inévitable.

Les cadavres de ceux qui succombent à ces symptômes con-

servent longtemps leur chaleur ; parfois même, elle dépasse la température ordinaire du corps ; le système veineux est gorgé de sang, le système artériel n'en contient qu'une petite quantité noir et coulant ; les vaisseaux du cerveau et du poumon en sont surtout injectés ; le visage est gonflé, rouge, violacé.

Si l'on plonge un animal dans l'*hydrogène sulfuré* pur, il périt dès les premières inspirations ; si ce gaz est mêlé à une certaine quantité d'air respirable, il s'agite quelque temps, chancelle et tombe.

Les ouvriers employés aux vidanges sont fréquemment exposés à l'asphyxie par ce gaz, qui s'échappe des fosses d'aisances, mêlé communément à l'*hydrosulfure d'ammoniaque*. Ces vapeurs, connues sous le nom de *méphitisme* ou de *plomb*, ne produisent pas les mêmes effets sur tous les individus ; tantôt ceux-ci n'éprouvent qu'une sorte de stupeur, de l'assoupissement ; tantôt ils ressentent, au contraire, une agitation plus grande, une vivacité inaccoutumée ; quelquefois même des mouvements convulsifs, des douleurs vives à l'épigastre, dans les membres ; une accélération marquée de la respiration, et bientôt la suspension des phénomènes vitaux succèdent à ces premiers symptômes. Quelquefois des ouvriers sont tombés morts à l'instant même ; quelquefois aussi, retirés des fosses d'aisances, ils ont communiqué les symptômes qu'ils éprouvaient à ceux qui s'approchaient d'eux.

Il résulte d'observations nombreuses, qu'avant la mort ou avant que l'asphyxié reprenne connaissance, la circulation et la respiration se rétablissent ; le pouls est précipité, inégal ; les mouvements respiratoires difficiles et accompagnés de plaintes ; une écume blanche et sanguinolente découle de la bouche ; le corps est agité de convulsions partielles ou générales ; la face est pâle, livide, le malade pousse des cris, et cet état se prolonge quelquefois pendant vingt-quatre heures. Chez ceux qui périssent, le cadavre se putréfie rapidement, presque tous les organes offrent une teinte verdâtre et répandent une odeur fétide ; le sang est ordinairement noir ; les bronches, les fosses nasales sont enduites d'un mucus visqueux et brunâtre ; enfin les muscles ne se contractent plus

sous l'action galvanique. Ceux qui échappent aux effrayants symptômes de cette asphyxie en ressentent longtemps les effets. Il faut rapporter à cette espèce l'asphyxie que produisent les émanations des cimetières, des fumiers et de tous les endroits où se trouvent des matières animales en putréfaction.

Quelle que soit au reste la cause de l'asphyxie, elle n'agit pas de la même manière sur tous les animaux : chez l'homme on observe aussi de grandes différences, en raison des dispositions individuelles, de l'âge, etc. Comme loi générale, on peut cependant établir que plus un animal consomme d'air dans un temps donné, plus sa mort sera rapide lorsqu'il en sera privé, ou lorsque la pureté de cet air sera notablement altérée. Ainsi les oiseaux sont de tous les êtres ceux qui consomment la plus grande quantité d'air atmosphérique, et ceux qui, par conséquent, périssent le plus promptement, lorsque ce fluide leur est enlevé. Les mammifères ont également une respiration très-active, et nous avons vu, plus haut, qu'on a calculé que la somme d'air que consomme la respiration d'un homme s'élevait, environ, à deux mille sept cent cinquante décimètres cubes ou litres, par jour.

Chaleur animale.

Tandis que les corps inorganiques sont, constamment, en équilibre de température avec le milieu qui les entoure, les animaux et les végétaux possèdent une température propre qui les maintient au-dessus du milieu ambiant.

La matière non organisée ne peut acquérir l'organisation et passer de l'état d'inertie à celui de vie, sans qu'elle soit pénétrée d'une certaine substance ; cette substance est probablement le feu, la chaleur, à laquelle avaient déjà pensé la plupart des philosophes de l'antiquité, ainsi que l'établissent tant de fables, tant d'écrits, l'allégorie du flambeau de Prométhée, etc. Sans la chaleur, pas de développement de germe, sans la chaleur pas de vie.

La formation de l'embryon n'est peut-être qu'une sorte de cristallisation qu'on peut appeler animale ; ajoutez à cela que

le calorique est absolument nécessaire à la fécondation des germes, pour fixer, dans leurs sucs l'oxygène qui doit les concréter. La poule, dans l'incubation, fournit-elle, en effet, autre chose que de la chaleur, comme le prouve l'incubation artificielle ?..... Sans chercher à comparer rigoureusement les phénomènes de l'oxygénation du sang avec les effets qui se manifestent par l'action de ce gaz sur les corps inorganiques, il est permis de présumer que, si l'oxygène est éminemment propre à développer la chaleur dans tous les corps, il doit être un des principes qui la font naître et l'entretiennent dans l'homme et dans les animaux.

On admet, aujourd'hui, que la cause de la chaleur animale est la combustion de l'hydrogène et du carbone du sang veineux par l'oxygène de l'air inspiré. Cela ne veut pas dire que le poumon soit un foyer constamment embrasé : le fait seul de sa température, qui n'est pas sensiblement plus élevée que celle des autres organes, se refuse à l'admission d'une opinion semblable.

La faculté de produire de la chaleur est commune à tous les animaux ; mais la plupart de ces êtres développent si peu de calorique, qu'il ne peut être apprécié par nos thermomètres ordinaires; tandis que, chez d'autres, la production de la chaleur est si grande, qu'on n'a même pas besoin d'instruments de physique pour en constater l'existence.

Cette différence énorme dans la faculté de produire de la chaleur occasionne des différences correspondantes dans la température des divers animaux. Un thermomètre placé dans le corps d'un chien ou d'un oiseau, par exemple, s'élèvera toujours à 36° ou 40° (centigrades), tandis que dans le corps d'une grenouille ou d'un poisson il indiquera une température à peu près égale à celle de l'atmosphère, au moment de l'expérience.

La température du corps de l'homme est de 36° centigrades (ou 29 du thermomètre de Réaumur), soit en Sibérie, où le froid atteint jusqu'à — 70°, soit en Nigritie, où la chaleur s'élève jusqu'à + 40°, et, d'après quelques observations récentes, à 112°, et même à 125°.

Nous disons que l'homme peut supporter de très-grands froids et de très-grandes chaleurs. Nous le trouvons près des régions polaires et sous les tropiques brûlants, sur les plus hautes montagnes et dans les profondes vallées, près des bords de la mer et dans les sables du désert. Le froid et le chaud, la sécheresse et l'humidité, toutes les variations atmosphériques lui sont presque indifférentes.

La faculté que possède l'espèce humaine de supporter le froid a été démontrée par les voyages qui ont été entrepris, dans ces derniers temps, aux régions arctiques. Tandis que le mercure du thermomètre se congelait, que les animaux qui n'étaient pas destinés à vivre dans ces climats glacés succombaient à la rigueur du froid, des voyageurs entreprenants, tels que Parry, Franklin, Gaymard et autres, ont enduré toutes les rigueurs d'un hiver plus rude qu'en Sibérie. Dans un climat où l'eau-de-vie se gèle dans l'intérieur des cabanes, l'Indien du Canada et l'Esquimau vont sans danger à la chasse, et l'Européen peut, en entretenant la circulation du sang par l'exercice, endurer le même froid. Les Danois ont vécu à 72° de latitude nord au Groënland, les Hollandais, sous Heemskirk, ont passé l'hiver à la Nouvelle-Zemble à 76° de latitude nord, et le docteur Ackin parle de trois Russes qui ont vécu six à sept ans au Spitzberg, entre 70° et 78° de latitude nord.

D'un autre côté, l'homme peut aussi résister à des chaleurs excessives. Malgré l'assertion de Boerhaave que la température de 35° à 49° au-dessus de 0 est fatale à notre espèce, la température moyenne de Sierra-Leone est cependant de 28° centigrades, et, à quelque distance de la côte, le thermomètre s'élève à 38° et même à 39° et 40° à l'ombre. Adanson dit qu'à l'ombre, au Sénégal, le thermomètre marque 42° 1/2 à 17° de latitude nord. Blagden a supporté, pendant sept minutes, une température de 93° ; Berger, pendant huit minutes, celle de 109° ; Tillet, pendant dix minutes, celle de 112°.

L'appareil de la calorification est un point sur lequel les physiologistes sont fort divisés.

Les uns n'admettent pas d'appareil : tel est Chaussier, qui

admet sous le nom de *caloricité* une propriété vitale primitive en vertu de laquelle les êtres vivants dégagent leur calorique.

D'autres admettent un appareil distinct ; il serait, suivant les uns, local et unique : le cœur, les poumons, le système nerveux et surtout la moelle épinière.

Suivant les autres, il serait multiple : ainsi le calorique serait dégagé, dans tout le cours de la circulation, par quelque cause mécanique, telle que le frottement, ou dans le parenchyme de chacun des organes, sous l'influence du sang artériel et du système nerveux.

Aujourd'hui l'on reconnaît que la calorification est, en général, en raison directe de l'intensité de la respiration, et elle est assimilée à une combustion, suite du travail nutritif et résultant de l'action du sang artériel sur les tissus vivants. Cette théorie se démontre dans la série des êtres : ainsi les animaux à sang froid respirent très-incomplétement, et les oiseaux qui sont, de tous les animaux à sang chaud, ceux qui développent le plus de chaleur, jouissent d'une respiration double. Les divers âges de l'homme apportent des preuves à l'appui de cette théorie : ainsi l'enfant nouveau-né et le vieillard ont une température bien plus basse que le jeune homme, et il n'est pas jusqu'à la différence de température des diverses parties du corps qui ne vienne confirmer cette explication. La chaleur est, en effet, plus intense dans les parties vasculaires, et moins élevée dans les organes éloignés du centre, tels que les pieds et les mains où la différence est, quelquefois, de 4 à 5 et même 6 degrés. Ces appréciations délicates, dues aux recherches de MM. Becquerel et Breschet, ont été faites à l'aide de l'appareil thermo-électrique qui donne la température des tissus par l'intensité du courant déterminée par la différence de température des soudures des couples.

Parmi les théories proposées pour rendre compte de la production de la chaleur dans l'acte respiratoire, celle de Lavoisier et de Séguin a, longtemps, tenu le premier rang. Suivant eux, la chaleur provient de la combustion de l'hydrogène et du carbone du sang veineux par l'oxygène de l'air inspiré.

Mais comme cette théorie ne rend pas compte de toute la chaleur dégagée, on admet que les transformations et les assimilations de substances qui ont lieu dans les organes dégagent de la chaleur, puisqu'elles sont le produit de réactions chimiques qui se passent dans l'économie.

Les causes de refroidissement ou d'abaissement de la température sont : 1° le rayonnement (dont les vêtements sont destinés à ralentir les effets) ; 2° le contact permanent et le renouvellement des couches d'air qui entourent le corps ; 3° la soustraction de calorique produite, dans les poumons, par l'air frais qui y est introduit ; 4° la transpiration pulmonaire ; 5° la transpiration et l'évaporation cutanées, signalées, pour la première fois, par Franklin, qui comparait le corps à un alcarazas. Cette dernière cause est la plus efficace de toutes ; on comprend, en effet, que l'eau, pour se transformer en vapeur, enlève du calorique à tout ce qui l'environne et, par conséquent, refroidit le corps à mesure que la chaleur extérieure l'échauffe.

Après avoir établi les causes de la chaleur animale et celles du refroidissement, cherchons à expliquer la possibilité d'une température à peu près fixe.

Supposons un homme plongé dans une atmosphère de 10° au-dessous de 0; toute la surface de sa peau se refroidira ; la transpiration cutanée sera réduite au minimum et, dès lors, la production intérieure de la chaleur ne sera plus nécessaire que pour réparer les pertes produites par le rayonnement et par la conductibilité.

Si, au contraire, cet homme est plongé dans une atmosphère de 50° au-dessus de 0, la peau s'échauffera, la transpiration cutanée et l'évaporation deviendront intenses et, dans les deux cas, l'équilibre se rétablira. Mais si le sujet est plongé dans un bain très-chaud, l'évaporation ne pourra plus avoir lieu, et la mort pourra survenir.

Animaux à sang chaud et à sang froid.

On donne le nom d'*animaux à sang froid* à ceux qui ne produisent pas assez de chaleur pour avoir une température propre et qui soit indépendante des variations atmosphériques.

On appelle *animaux à sang chaud* ceux qui conservent une température à peu près constante, au milieu des variations ordinaires de chaleur et de froid auxquelles ils sont exposés, et qui présentent, même ordinairement, un excès sensible de chaleur sur les corps environnants. Nous avons vu que les oiseaux et les mammifères sont les seuls êtres qui appartiennent à cette dernière catégorie ; tous les autres animaux sont des animaux à sang froid.

La température des animaux à *sang froid* est, en général, de beaucoup inférieure à celle des *mammifères* et des *oiseaux*. Leur chaleur suit ordinairement les variations de la température extérieure et n'en diffère que de deux ou trois degrés. Cependant les abeilles et les hannetons offrent des exceptions : la température des abeilles, si l'on en juge par celle des ruches, s'élève, en été, à 35° centigrades, et monte quelquefois à 40. Un thermomètre placé dans un boisseau de hannetons s'est élevé à 10° au-dessus de la température extérieure. Les reptiles en incubation élèvent, de 5 à 10 degrés, la température qui les environne ; mais, dans tous ces cas particuliers, on suppose, avec raison, que l'espace limité où se produisent ces phénomènes, s'échauffe par le rayonnement.

MM. Prévost et Dumas ont recherché quelle était la proportion des globules, de l'albumine et de l'eau dans des animaux de températures différentes, et ils ont constaté :

1° Que les *oiseaux*, dont la température est plus élevée que celle des animaux des autres classes, sont aussi les animaux dont le sang est le plus riche en globules ;

2° Que les *mammifères* sont, après les *oiseaux*, les animaux dont le sang est le plus riche en globules. Il semble même résulter de leurs expériences que le sang des carnivores contient plus de globules que celui des herbivores.

3° Que le sang des animaux appartenant à la classe des *mammifères* et des *oiseaux* conserve, dans toutes les vicissitudes des saisons, sa température, hors les cas d'un froid extrême, incompatible avec la vie ; mais cette température est sujette à une variation régulière que M. Chossat a nommée *diurne*. Elle consiste dans un mouvement périodique et quotidien de la chaleur, au moyen duquel elle s'abaisse pendant la nuit et se relève ensuite pendant le jour, ce qui explique pourquoi, durant le sommeil, nous avons besoin d'enveloppes plus chaudes que celles qui nous suffisent dans l'état de veille.

Un petit nombre d'espèces, parmi les *mammifères*, susceptibles de s'engourdir par une basse température, subissent un refroidissement considérable. Ce phénomène, qui a reçu le nom d'*hibernation*, a été bien souvent l'objet des recherches et des expériences des naturalistes. On a, tour à tour, cherché la solution de ce problème intéressant dans des explications physiologiques et chimiques empruntées soit à la nature de l'animal, soit à l'état de l'atmosphère dans laquelle il est plongé.

D'après la théorie de Spallanzani, connue dès 1789, l'hibernation serait produite par un accroissement très-sensible dans la rigidité de la fibre musculaire et, par conséquent, par la diminution de l'irritabilité.

Selon les remarques de Saissy, de Prunelle et de Mangili, publiées en 1807 et 1808, il suffirait que la température atmosphérique s'approchât de 0, et que l'animal fût placé de manière à n'éprouver l'action d'aucun courant d'air, ni même l'action de la lumière, pour que le phénomène eût lieu. L'animal qui doit subir l'hibernation ferme son terrier, se contracte, se tient pelotonné, immobile, roide et les yeux fermés. Les fonctions les plus importantes de la vie se suspendent ; la respiration, considérablement ralentie, est à peine perceptible ; le sang quitte les extrémités pour engorger les vaisseaux de l'abdomen. Il y a abstinence de toute espèce de nutrition et cessation complète de toute sécrétion. La sensibilité et l'irritabilité sont tellement suspendues, que l'on peut agiter l'animal, le rouler, le disséquer même, sans le

tirer de sa torpeur, qui rappelle tout à fait l'état d'anesthésie produit par l'inspiration de l'éther ou du chloroforme.

Ces circonstances tiennent au peu d'étendue et de développement de l'appareil respiratoire, à la grande capacité du cœur, des artères et des veines, à la température très-basse du sang, à la qualité de la bile et celle de la peau, qui est très-dense et très-épaisse. Ainsi, d'après ces auteurs, le froid commence à décider de cette sorte d'asphyxie incomplète, et l'organisation l'achève; l'animal meurt si le froid est trop violent; il se réveille, au retour du printemps, pourvu que le mercure monte plus haut que 5 à 7° centigrades au-dessus de 0.

Berger, de Genève, a publié, dans l'année 1828, de curieuses *Expériences et remarques sur quelques animaux qui s'engourdissent pendant la saison froide*, tels que le *lérot*, le *muscardin*, la *marmotte* et le *limaçon des vignes*. « Le but de l'hibernation, dit ce savant physiologiste, doit être attribué à la privation temporaire, dans l'état de nature, de la nourriture la mieux appropriée à l'entretien de la vie active des animaux sujets à cette torpeur, et révèle des *causes finales* qui les maîtrisent et les conduisent irrésistiblement à un profond assoupissement. » Malheureusement cette explication a contre elle les observations qui établissent que les animaux hibernants s'engourdissent à côté des aliments, et qu'ils se vident à l'aide d'un jeûne rigoureux.

Les animaux à sang froid sont en partie sujets au sommeil d'hiver. Franklin parle de plusieurs poissons qui, étendus sur la glace, s'engourdissent presque instantanément, mais reviennent à la vie au bout de quelques heures ou de quelques jours. Cependant on a plus d'une fois observé que les poissons se maintiennent vivants dans la glace, et que l'eau ne gèle point autour d'eux. Quant aux reptiles, non-seulement ils éprouvent le sommeil d'hiver, avant l'invasion duquel ils se cachent dans des trous, mais encore ils s'engourdissent pendant l'été dans les climats chauds. Durant la saison sèche, ils se couchent et tombent dans un état analogue au sommeil d'hiver, d'où ils sortent à l'apparition de la saison pluvieuse.

En résumé, le problème de l'hibernation n'est pas encore résolu ; et les recherches intéressantes provoquées, il y a quelques années, par l'Académie des sciences, n'ont pas encore dégagé de l'obscurité qui les enveloppe les causes qui concourent à l'existence du sommeil léthargique.

SÉCRÉTIONS ET EXHALATIONS. GLANDES, PEAU, MEMBRANES MUQUEUSES ET SÉREUSES. — ASSIMILATION. — RÉSUMÉ DES PHÉNOMÈNES NUTRITIFS.

Sécrétions et exhalations.

Ce sont des fonctions qui consistent dans la préparation d'un fluide particulier, formé aux dépens du sang par des organes appelés *glandes*, et versé par leurs canaux excréteurs à l'extérieur du corps ou dans les cavités, à la surface des membranes qui les tapissent : on les divise en *sécrétions folliculaires* et en *sécrétions glandulaires*.

Les *sécrétions folliculaires* ont pour organes de petites glandes appelées *follicules*, placées dans le tissu des membranes muqueuses ou de la peau. Les premières forment les mucosités dont une partie est exhalée ; les deuxièmes préparent une matière albumineuse et grasse nommée *sébacée*, dont la couleur et la saveur varient, et qui est destinée à divers usages.

Les *sécrétions glandulaires* sont de plusieurs natures ; nous les avons déjà indiquées sommairement, mais nous y revenons afin d'embrasser d'un coup d'œil les fonctions sécrétoires.

1° *Sécrétion des larmes*. Les larmes formées par la glande lacrymale sont un fluide limpide, incolore, d'une saveur légèrement salée, destiné à protéger le globe de l'œil du contact de l'air et des substances irritantes qui y sont suspendues, et à favoriser le glissement des paupières (pl. VIII, fig. 4).

2° *Sécrétion de la salive*. Les organes de cette sécrétion sont les glandes parotides, sous-maxillaires et sublinguales. La salive qu'elles préparent est un fluide visqueux, inodore et incolore, d'une saveur douce, versé par la bouche, où il sert à dissoudre les principes féculents et à émulsionner les matières grasses des aliments.

3° *Sécrétion du suc pancréatique.* Le suc pancréatique est un fluide abondant, légèrement jaunâtre, d'une saveur salée, sécrété par le pancréas, d'où il passe par le canal excréteur, dans le duodenum, se mêle au chyme, où il prend part, aussi, à l'émulsion des corps gras et neutralise l'acidité du chyme, *v, b* (pl. I, *lambeau*).

4° *Sécrétion de la bile.* La bile est un liquide vert, visqueux, filant, d'une saveur âcre, préparé dans le parenchyme du foie, versé par le conduit hépatique dans la vésicule du fiel, où il s'accumule ; porté ensuite par le conduit cholédoque dans le duodenum, où il contribue à transformer l'aliment en chyle et en matière fécale, *v, b* (pl. I, *lambeau*).

5° *Sécrétion de l'urine.* Les organes de cette fonction sont : les reins, les uretères, la vessie et l'urètre. L'urine, liquide très-abondant, d'une couleur jaunâtre plus ou moins foncée, d'une odeur particulière et pénétrante, paraît formée dans la substance corticale des reins *r* (pl. II, *lambeau*, et figure de la page 87) ; elle est ensuite filtrée, coule lentement, et s'engage peu à peu dans l'uretère, et descend dans la vessie *v*, où elle s'accumule par un suintement continuel.

L'*exhalation* consiste dans la séparation d'un ou plusieurs matériaux du sang diversement combinés qui s'échappent des organes, dans la circulation, et sont versés au dehors, ou sont déposés dans la cavité ou dans le tissu des organes. Les gaz dissous dans le sang s'en dégagent souvent aussi par les parois des vaisseaux qui sont perméables aux liquides. Les *exhalations* sont divisées en exhalations *extérieures* et *intérieures*.

Les exhalations *extérieures* se divisent en cutanées et muqueuses.

L'*exhalation cutanée* se fait par les ouvertures dont l'épiderme est percé, et fournit tantôt un liquide peu abondant non perceptible à la vue ni au toucher, qui se dissout dans l'air, à mesure qu'il est formé, ce qui constitue la *transpiration insensible*, et tantôt une plus grande quantité du même liquide, qui se rassemble en gouttelettes à la surface de la peau, et porte le nom de *sueur*. La quantité de *transpiration insensible*, a compris la transpiration pulmonaire, varie depuis neuf cents

grammes jusqu'à trois kilogrammes en vingt-quatre heures; elle varie suivant l'heure de la journée, les repas, etc.; elle entretient la souplesse de l'épiderme, favorise le tact et contribue au refroidissement du corps.

L'*exhalation muqueuse* a lieu dans toute l'étendue des membranes muqueuses, et concourt, avec les follicules, à donner le *mucus*, dont les propriétés offrent des différences, suivant les organes. Ce liquide forme une couche plus ou moins épaisse à leur surface, favorise leurs fonctions, et les protége contre l'action des substances étrangères avec lesquelles ils sont en contact. Nous avons vu que la membrane muqueuse de l'estomac exhale, en outre, le *suc gastrique* nécessaire à la digestion. La muqueuse des tuyaux bronchiques exhale le fluide de la transpiration pulmonaire formé par la sérosité du sang noir, et dont la quantité moyenne est de trente-cinq centigrammes en une minute.

Les exhalations *intérieures* sont de plusieurs sortes :

1° *Exhalation séreuse*. Elle fournit, dans la cavité des membranes séreuses, un fluide ténu, qui entretient leur poli et favorise leur glissement.

3° *Exhalation cellulaire*. Elle donne deux fluides : l'un, destiné à favoriser le glissement des lamelles et des filaments dont se compose le tissu cellulaire, s'appelle *sérosité*; l'autre, beaucoup plus consistant, opaque, onctueux, ayant plusieurs usages, est la *graisse*.

4° *Exhalation synoviale*. Les membranes synoviales exhalent dans leur cavité un fluide visqueux, filant, onctueux, appelé synovie, qui sert à conserver le poli des surfaces articulaires, et à faciliter leur frottement.

3° *Exhalation médullaire*. La moelle est exhalée dans la cavité des os.

Assimilation.

L'*assimilation* est un mouvement insensible qui s'exerce dans tous les organes, et a pour but leur accroissement et leur conservation. Des molécules de la même nature que leur tissu sont sans cesse déposées dans leur intérieur, où elles prennent

la place des molécules enlevées par l'absorption ; de là un renouvellement continuel, dont la rapidité varie suivant les systèmes d'organes, et dont les mouvements de décomposition sont en rapport avec les divers âges, ce qui explique les périodes d'accroissement et de décroissement du corps, suivant la quantité d'azote que contiennent les aliments propres à la nutrition.

Diverses circonstances peuvent modifier la marche du travail d'assimilation, l'activer, la ralentir, ou en changer la direction. C'est de la sorte que, dans certaines maladies, on voit la nutrition s'arrêter presque entièrement et que, dans d'autres, certains tissus changent de nature. Ce travail ne se fait pas avec la même rapidité dans toutes les parties du corps ; des changements de forme y suivent souvent les progrès de l'âge ; car ces changements dépendent principalement de ce que certaines parties croissent plus rapidement que d'autres. Ainsi, depuis le moment de la naissance jusqu'à l'âge adulte, les membres du corps de l'homme grandissent plus vite que le tronc.

Dans l'état actuel des sciences, on ignore également le mécanisme de la *composition* et de la *décomposition* nutritive, ainsi que les phénomènes des *sécrétions*.

Le sang contient-il les éléments tout formés des différents fluides qui seront sécrétés par leur passage à travers une glande ? Il paraît que oui, d'après les expériences de MM. Prévost et Dumas. Après avoir enlevé les reins, les glandes mammaires ou le foie, ces savants ont retrouvé, dans le sang, de l'urée, du lait et différents principes de la bile. Les auteurs ont admis, pour expliquer ce fait, tantôt des théories physiques (filtration, transsudation, précipitation), tantôt des théories chimiques. Berzelius la rapporte à une force électrique ou galvanique ; M. Dutrochet admet que les phénomènes d'*endosmose* et d'*exosmose* jouent ici un grand rôle.

Résumé des phénomènes de nutrition.

Nous avons étudié, jusqu'ici, les organes et les fonctions de la *nutrition*, depuis la digestion qui forme le fluide réparateur, jusqu'aux sécrétions qui extraient les matériaux pour les faire servir, de nouveau, ou les rejettent comme inutiles. Là doivent s'arrêter les explications de la physiologie; car rien ne peut nous faire saisir le mouvement moléculaire qui a lieu dans la profondeur de nos organes et qui mêle le fluide nutritif à leur structure, pour en renouveler les parties usées ou vieillies.

La faculté qu'ont les animaux d'introduire dans l'intérieur de leur corps des substances étrangères qui leur servent d'aliments, et d'incorporer continuellement à leurs organes des matières puisées au dehors, explique l'accroissement de volume si remarquable chez eux, pendant les premiers temps de leur existence. Un enfant, en naissant, pèse environ 3 kilogrammes; vingt-cinq ans après, lorsqu'il est parvenu à l'âge adulte, son poids dépasse 50 kilogrammes. A cette époque de sa vie, il a donc déjà puisé, dans des substances qui lui étaient d'abord étrangères, la majeure partie des matériaux dont ses organes se composent. D'un autre côté, l'amaigrissement, qui est l'effet de certaines maladies, montre que le corps vivant peut abandonner une portion de la matière dont il était formé, et rendre au monde extérieur une partie de sa propre substance.

Nous avons vu qu'une portion des matières ingérées est employée non pas à la nutrition des tissus vivants, mais à la production des humeurs sécrétées dans les différentes parties de l'économie; lorsque ces matières nutritives dépassent de beaucoup les besoins du moment, la nature en met une portion en réserve pour être employée plus tard ; c'est là un des usages de la *graisse* qui, dans beaucoup de circonstances, se dépose en quantités considérables dans certaines parties du corps. Elle prédomine chez les individus faibles. Sa plus importante destination est, sans doute, de fournir aux besoins de

l'organisation dans les circonstances difficiles où nos organes sont empêchés de puiser au dehors des matériaux de nutrition. La graisse contribue aussi, à raison de la lenteur avec laquelle elle laisse passer le calorique, à conserver au corps la température qui lui est propre.

La *graisse* se dépose dans le tissu cellulaire et se compose essentiellement de deux matières particulières, l'*oléine* et la *stéarine*, dont l'une est liquide et l'autre solide à la température ordinaire. Les proportions relatives de ces deux substances varient beaucoup chez les différents animaux, et il en résulte des différences correspondantes dans la consistance de leur graisse. En général, les principaux usages de la graisse sont tout mécaniques, et elle sert, comme le ferait un coussin élastique, pour protéger les organes qu'elle entoure : c'est ce qui se voit dans l'orbite où l'œil repose sur une couche épaisse de graisse, à la plante des pieds où il s'en trouve aussi une quantité considérable, et à l'extrémité des doigts où, pour l'exercice du tact, elle sert de point d'appui à la peau.

La graisse ne se dépose pas avec la même facilité dans toutes les parties du corps; elle abonde surtout entre les feuillets du mésentère, autour des reins et sous la peau. Le repos exerce une grande influence sur sa formation; les très-jeunes enfants sont ordinairement très-gras, mais, lorsqu'ils commencent à faire beaucoup d'exercice, leur graisse se dissipe peu à peu, et, tant que l'accroissement du corps est rapide, il est rare qu'il s'en dépose des quantités considérables.

Pour que l'organisation animale puisse se renouveler, il faut qu'elle laisse échapper une partie des matériaux qui la composaient, et que l'usage de la vie a détériorés, car sans cela son volume croîtrait indéfiniment. De là deux actions bien distinctes dans la nutrition : le mouvement de composition et celui de décomposition.

Belchier a démontré, le premier, ces deux actions constantes de l'économie animale. En mangeant d'un cochon qui avait été nourri chez un teinturier, il remarqua que les os de cet animal étaient rouges; et, s'étant assuré qu'on l'avait

nourri d'aliments colorés de la même manière, il eut l'heureuse idée de se servir d'un moyen analogue pour rendre visibles les effets du travail nutritif. Il entreprit des expériences qui furent couronnées d'un plein succès et confirmèrent ses prévisions. En nourrissant les animaux avec de la garance, pendant un certain temps, il trouva que les os étaient teints en rouge par le dépôt de cette matière colorante dans l'épaisseur de leur substance. Lorsque, après avoir nourri ainsi un animal, il suspendit l'usage de la garance, il remarqua constamment que les os reprenaient leur teinte primitive, ce qui prouvait que la matière rouge qui avait dû se déposer dans la substance de ces organes ne s'y trouvait plus, et qu'elle en avait été nécessairement éliminée.

M. Flourens, reprenant de nos jours ces expériences, a établi d'une manière incontestable que les os croissent par couches superposées; qu'à mesure qu'il se forme de nouvelles couches à l'extérieur, des couches anciennes sont résorbées à l'intérieur; qu'en un mot, il y a dans le système osseux *mutation* continuelle de la matière. L'action de la garance semble, en effet, justifier complétement cette manière de voir, puisqu'il résulte, des expériences de M. Flourens sur des animaux soumis à des périodes alternatives de régime à la garance et de régime sans garance, que les couches osseuses colorées par cette matière sont d'abord extérieures, puis intermédiaires, quand de nouvelles couches se sont formées à l'extérieur, puis internes, quand celles qui étaient précédemment internes ont disparu, puisqu'elles finissent par disparaître à leur tour.

La mutation de la matière est donc une condition essentielle des tissus vivants, qui ne sont autre chose, au point de vue physiologique, que des espèces de foyers dans lesquels les substances mortes sont successivement portées pour :

1° S'y combiner entre elles de différentes manières ;

2° Y tenir une place et y exciter une action déterminée ;

3° S'en échapper un jour et rentrer sous les lois de la nature morte.

TROISIÈME PARTIE

FONCTIONS DE RELATION.

FONCTIONS DE RELATION ; ORGANES DU MOUVEMENT ; STRUCTURE ET FORMATION DES OS. — SQUELETTE. — ARTICULATIONS. — MUSCLES ; LEUR STRUCTURE ET LEUR MODE D'INSERTION.

Fonctions de relation.

Deux ordres d'appareils servent, chez les animaux, à l'exercice des fonctions de relation :

Les appareils des mouvements ;

Les appareils des sensations.

A l'aide des *mouvements*, l'animal peut se transporter d'une place à une autre, rechercher ce qui peut lui servir, et éviter ce qui peut lui nuire. Il doit cette faculté de translation à des organes charnus que l'on nomme muscles. Les muscles s'attachent sur la charpente solide du corps, ils en font mouvoir les différentes parties les unes sur les autres, et opèrent ainsi des mouvements de totalité. L'ensemble et les actions réciproques de ces organes actifs et passifs de la locomotion sont tellement merveilleux, qu'on a pu dire avec vérité, que la mécanique animale est la démonstration la plus brillante et la plus irrésistible de la puissance et de la sagesse du Créateur.

On appelle *sensation* toute impression faite sur nos organes, par les corps extérieurs ou par quelque modification intérieure de l'organisme et ressentie par l'âme. Les sensations ont pour but principal de fournir des signes à la pensée, ou de nous révéler les corps extérieurs.

De là deux espèces de sensations : les *sensations de la vie intellectuelle* et les *sensations de la vie nutritive*.

Pour qu'un animal reçoive une sensation quelconque d'un objet extérieur, il faut que l'impression soit transmise par les nerfs jusqu'au cerveau. Cet organe est, à la fois, l'instrument de la volonté et le siége principal de la faculté de sentir. Ce qui le prouve, c'est que si, par suite d'une blessure ou d'une forte compression, le cerveau ne peut plus remplir ses fonctions, l'animal devient insensible, cesse d'exécuter les mouvements volontaires et tombe dans un état qui ressemble à un sommeil profond.

Ainsi, c'est aux sensations que l'homme doit ses rapports volontaires avec le reste de la nature, c'est par leur intermédiaire qu'il a la conscience des changements qui s'opèrent en lui.

Organes du mouvement.

Les *mouvements* résultent du concours de deux organes distincts par leur nature : les *os* et les *muscles*. Pour que les mouvements puissent s'exécuter avec précision, il faut que les muscles soient attachés à des parties dures, soit intérieures, soit extérieures, lesquels servent de leviers et prennent des points d'appui les unes sur les autres. De là, cette division très-naturelle de l'appareil de la locomotion en deux groupes d'appareils : l'un composé des instruments passifs de cette fonction, et l'autre de ses organes actifs. Les os et leurs dépendances forment les premiers : les muscles et leurs annexes constituent les seconds.

Le *recto* et le *verso* de l'*écorché* représenté dans les planches V et VI donnent une idée nette des rapports du squelette avec les masses musculaires qui s'y attachent. Il est facile, en effet, d'y voir les plans successifs des muscles qui sont disposés autour du tronc ou qui constituent les membres.

Le côté gauche de la figure montre la couche superficielle des muscles du tronc et des membres : le côté droit en montre la couche plus profonde.

Quant au tronc, on a détaché la paroi antérieure de la poitrine et du ventre, pour montrer, en place, les organes contenus dans ces deux cavités, savoir : dans la poitrine, les poumons droit et gauche, le cœur et les vaisseaux qui en partent ou s'y rendent ; dans l'abdomen qui est séparé de la poitrine par le diaphragme, le foie, l'estomac, la vessie, les intestins recouverts par l'épiploon.

Structure et formation des os.

L'homme et tous les autres mammifères, ainsi que les oiseaux, les reptiles et les poissons, ont dans leur structure des parties solides et résistantes que l'on nomme des os. La réunion des os entre eux constitue le *squelette*, espèce de charpente qui donne au corps sa force, détermine en grande partie ses dimensions et ses formes, et sert à protéger les organes les plus importants à la vie.

Le squelette est le fondement sur lequel s'appuie l'édifice entier du corps de l'homme, et ses nombreuses pièces articulées les unes avec les autres forment : tantôt des soutiens aux membres pour la locomotion, tantôt des cavités protectrices pour les appareils de la sensibilité ou pour les organes des fonctions nutritives, en un mot, il fixe la position des parties et décide la forme de l'ensemble (pl. V).

On trouve un squelette chez presque tous les animaux ; mais il n'est point, dans tous, conformé de la même manière : chez les uns, comme chez les crustacés et les testacés, il est, en tout ou en partie, à l'extérieur ; chez les autres, comme dans les poissons, les reptiles, les oiseaux, les mammifères, il est à l'intérieur. Quelquefois il est cartilagineux : les raies et les squales nous en offrent un exemple ; quelquefois il est fibreux : c'est ce que nous voyons dans la plupart des insectes coléoptères ; le plus souvent il est osseux.

Lorsqu'on a préparé un *squelette* en réservant avec soin les ligaments véritables, il est appelé *naturel*, et on le distingue en *frais* et en *sec*. Lorsque, au contraire, les os sont joints entre eux par des liens étrangers à l'organisation, comme par des

fils d'argent, de laiton, de chanvre, par des cordes de boyau, etc., on le nomme *artificiel*.

Les os sont les parties les plus dures, les plus solides, les plus compactes et les plus résistantes du corps ; peu flexibles, non extensibles, ils peuvent se briser avec facilité. Ils sont formés d'une espèce de cartilage composé de gélatine (substance qui constitue la colle forte), et dont toutes les lamelles et toutes les fibres sont encroûtées d'une matière pierreuse composée de chaux unie à des acides particuliers (acide phosphorique, etc.). Lorsqu'on brûle les os, cette matière pierreuse reste seule et se réduit en poudre, au moindre frottement ; lorsqu'on les fait tremper dans de l'acide hydrochlorique, liqueur qui a la propriété de dissoudre cette matière pierreuse, on les réduit à l'état de cartilage.

Les os qui constituent les membres forment des colonnes brisées dont le nombre des pièces augmente à mesure qu'on s'éloigne du tronc. Une cavité intérieure occupe leur longueur, et, tout en diminuant leur pesanteur, n'ôte rien à leur solidité.

La substance des os longs n'est pas arrangée de la même manière dans toute leur étendue. A l'extérieur elle est très-dense, et, à cet état, elle porte le nom de substance compacte ; elle occupe toujours le milieu dans les os longs ; leur partie moyenne, étant la plus exposée, devait avoir le plus de solidité. L'épaisseur de cette substance compacte diminue beaucoup vers les extrémités des os, qui, pour offrir une solidité égale, devaient aussi être plus volumineuses que le corps. A l'aide de ces dispositions, les surfaces articulaires par lesquelles les os sont unis se trouvent, à ces mêmes extrémités, d'une étendue convenable à leurs usages. On conçoit, en effet, que si les os s'étaient touchés par de petites surfaces, leur mode d'union eût été extrêmement faible, ils n'auraient pu se prêter à des mouvements que d'une manière incertaine et mal assurée, et leur dérangement serait devenu aussi commun qu'il est rare.

D'un autre côté, le volume des extrémités articulaires sert à écarter les muscles du centre des mouvements ; cette dispo-

sition, qui empêche qu'ils n'aient une direction trop oblique, leur fournit le moyen de produire un plus grand effet.

Les os courts sont formés presque entièrement de substance spongieuse, ce qui diminue leur pesanteur en augmentant leur surface.

Les os plats forment les parois des cavités protectrices des organes intérieurs ; ils fournissent aussi aux muscles des points nombreux d'insertion.

Squelete. — Tronc.

Le squelette se divise en tronc et en membres. Le tronc est composé de la tête, de la colonne vertébrale, de la poitrine et des hanches.

La *colonne vertébrale*, ou épine du dos *v*, *v'*, *v''* (pl. VII, fig. 2), occupe la ligne médiane du tronc. C'est une tige osseuse, symétrique, creuse, flexible en tous sens. Étendue entre la tête et le bassin, elle forme un long levier, mobile sur lui-même, point d'appui commun et centre de mouvement de tout le squelette : elle se compose de petits os courts, ou *vertèbres*, superposés longitudinalement les uns sur les autres. Elle présente, dans toute sa longueur, un canal formé par un trou dont chaque vertèbre est percée (pl. VII, fig. 2 : *soulevez le lambeau*, et fig. 6).

La colonne vertébrale présente quatre courbures en sens opposés (*id.*, *v*, *v'*, *v''*, *s*) qui correspondent au cou, au dos, aux lombes et au bassin. La statique apprend l'utilité de ces incurvations ; de deux colonnes élastiques, en effet, semblables pour la matière, le volume et l'étendue, mais dont l'une est droite et dont l'autre présente des inflexions en sens inverses, la seconde résiste plus que la première à une pression verticale, parce que le mouvement se trouve concentré dans chaque courbure. Ainsi, dans la figure 2 de la planche VII, si un choc se faisait sentir au point *s*, son action serait décomposée et par conséquent affaiblie dans les divers os des fragments de la colonne vertébrale indiqués en *v*, *v'* et *v''*.

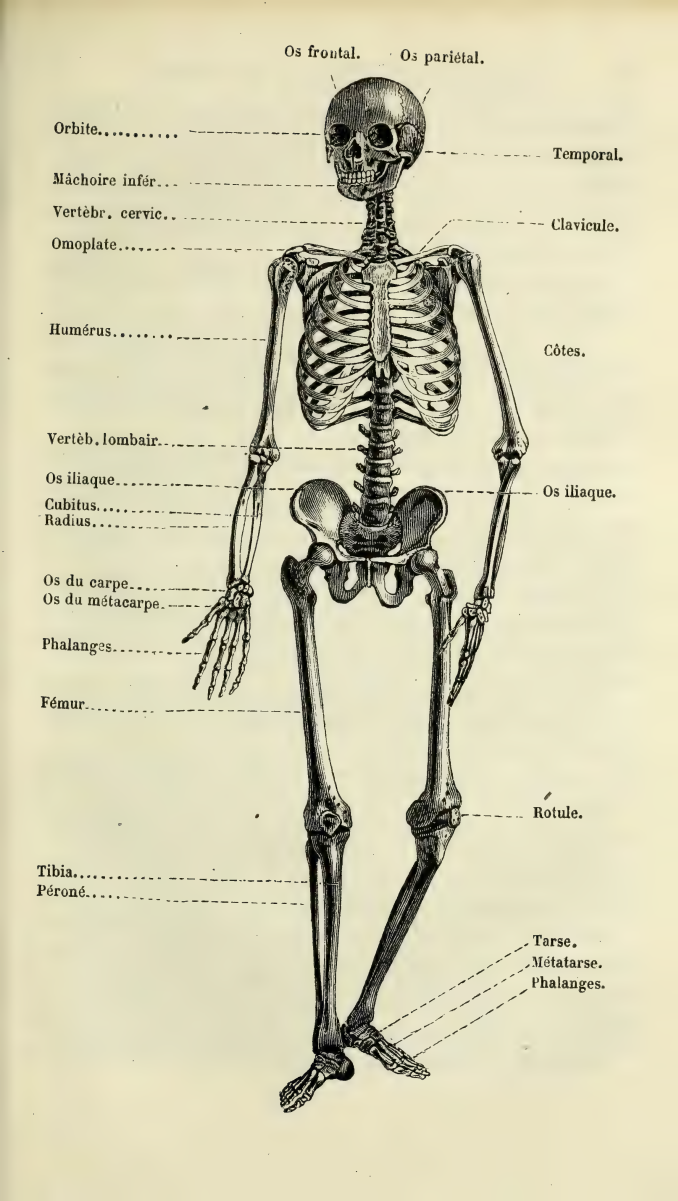
La colonne vertébrale a la forme d'un os long ; mais il s'en

faut bien qu'elle en présente les caractères. Destiné à recevoir et à transmettre aux extrémités inférieures le poids de tout le tronc, le long levier vertébral devait être extrêmement résistant, et d'une résistance progressivement croissante de haut en bas. Destiné à servir d'arc flexible, d'organe central de locomotion, il devait être doué d'une grande mobilité. Enfin, organe protecteur de la moelle épinière, il devait présenter une grande solidité. On voit que toutes ces conditions se trouvent remplies par un mécanisme fort ingénieux, par la division de ce levier en une multitude de petites colonnes dont chacune jouit d'un mouvement peu étendu ; en sorte que de la réunion de ces petits mouvements résulte un mouvement de totalité considérable. Ces petites colonnes osseuses sont séparées par de petits disques cartilagineux, ou rondelles, flexibles, élastiques, moyen d'union des vertèbres, en même temps que moyen de locomotion, car les mouvements sont mesurés par la mollesse et la flexibilité de ces corps intermédiaires.

Chose remarquable, cette division de la colonne vertébrale qui semble, au premier abord, être en raison inverse de la solidité, et n'avoir trait qu'à la locomotion, cette division même concourt puissamment à la solidité. En effet, si ce long levier de soixante et dix centimètres ne formait qu'un seul et même levier, qu'un seul cylindre, de même que le crâne ne forme qu'une boîte osseuse, la moelle épinière devrait remplir le canal vertébral, de même que le cerveau remplit le crâne : et alors que de fractures par les chocs les plus légers, et surtout que de compressions de la moelle épinière !

On a dit, peut-être avec un peu d'exagération, que la colonne vertébrale avec ses courbures était seize fois plus résistante qu'elle ne le serait si elle était droite. Si l'on détermine exactement le rayon de chaque courbure, en comparant le sinus de l'arc avec la longueur de l'arc ou de la corde, on arrive à ce résultat que les courbures sont toujours en raison directe les unes avec les autres, et qu'elles varient chez les divers individus beaucoup plus qu'on ne le croit communément.

Quoi qu'il en soit, indépendamment du plus de solidité, on


Os frontal.
Os pariétal.
Orbite
Temporal.
Mâchoire infér.
Vertèbr. cervic.
Clavicule.
Omoplate
Humérus
Côtes.
Vertèb. lombair.
Os iliaque
Os iliaque.
Cubitus
Radius
Os du carpe
Os du métacarpe
Phalanges
Fémur
Rotule.
Tibia
Péroné
Tarse.
Métatarse.
Phalanges.

ne peut s'empêcher de reconnaître, dans ces inflexions alternatives, un autre but auquel concourt la division des vertèbres ; c'est de s'opposer avec efficacité, par cette même décomposition des mouvements, aux commotions du cerveau qui auraient eu lieu par le moindre choc, si la colonne vertébrale eût été droite.

On a divisé les os de la colonne vertébrale en cinq régions dont ils prennent les noms :

1° La région *cervicale v* (pl. VII, fig. 2), qui constitue la charpente du cou ; elle est composée de sept vertèbres ;

2° La région *dorsale* ou *thoracique v'* (*id.*), elle donne attache aux côtes qui constituent la poitrine ; les vertèbres de cette région sont au nombre de 12 ;

3° La région *lombaire v''* (*id.*), qui termine inférieurement la colonne vertébrale ; elle est composée de cinq vertèbres ;

4° La région *sacrée s* (*id.*), qui s'articule avec les os des hanches et se compose de cinq vertèbres soudées de façon à ne plus former qu'un seul os appelé sacrum ;

5° Enfin la région *caudale* ou *coccygienne co* (*id.*), qui chez l'homme ne se compose que de quatre vertèbres extrêmement petites, cachées sous la peau, mais qui, chez beaucoup d'animaux, prend un grand accroissement.

La *tête* repose sur l'extrémité supérieure de la colonne vertébrale et se divise en deux parties : la *face* et le *crâne f, c* (Pl. VII, fig. 2).

La face, située en avant et au-dessous du crâne, forme la moitié inférieure de l'ovale antérieur de la tête. Sa forme est celle d'un triangle irrégulier composé de deux moitiés symétriques. Sa structure est très-compliquée : destinée à loger les organes des sens, elle est creusée de loges osseuses juxtaposées, en sorte que sa masse, quoique d'un volume considérable, est cependant assez légère. Ces loges communiquent ensemble par un nombre considérable de trous, de fentes et de canaux osseux par lesquels passent des vaisseaux et des nerfs. On divise la face en deux parties : la mâchoire supérieure et la mâchoire inférieure. La mâchoire supérieure est composée de plusieurs os dont les plus importants sont : l'os

maxillaire supérieur *m* (*id.*), l'os de la pommette, les os du nez, etc. La mâchoire inférieure est composée d'un seul os *m'* (*id.*); cet os, ainsi que le maxillaire supérieur, présente un bord creusé de petits trous, que l'on nomme alvéoles, dans lesquels les *dents* se développent et sont maintenues (Pl. VIII, *m'*).

Les os de la face sont liés avec ceux du crâne par des prolongements qui jouissent d'une grande solidité. Pour bien comprendre le mécanisme de cette charpente osseuse, il convient de l'examiner de bas en haut, en faisant abstraction de la mâchoire inférieure qui en est isolée.

La mâchoire supérieure se compose inférieurement de l'arcade dentaire qui en constitue la base : les deux os susmaxillaires forment une voûte transversale et se servent réciproquement d'appui sur la ligne médiane.

Le crâne est une boîte, osseuse, ovoïde, plus large et plus élevée en arrière qu'en avant, enveloppe protectrice du cerveau et du cervelet *c* (pl. VII, fig. 2). Il se compose d'une base que surmonte une voûte. Dans sa structure générale, il offre un os central, le *sphénoïde*, sur lequel viennent s'appuyer, en arcs-boutants, une série d'os larges, aplatis et incurvés, qui se rejoignent supérieurement en inscrivant la voûte, et sont maintenus réunis par l'engrènement réciproque de leurs bords.

On peut regarder le crâne comme une enveloppe osseuse du cerveau. Avant son ossification complète, le crâne éprouve un retrait ou un développement proportionnel au retrait ou au développement du cerveau. Si le cerveau diminue, le vide est rempli par de la sérosité ; s'il augmente, cet organe éprouve une compression funeste.

Lorsque le crâne reçoit un choc ou subit une pression prolongée sur un point quelconque de sa voûte, au sommet, en avant, en arrière ou latéralement, le mouvement se propage dans tous les sens, se décompose dans les diverses articulations, et se transmet à la base de cette cavité.

On a comparé la jonction des os du crâne avec la disposition des diverses pièces d'une voûte. On sait que tout le secret de ces voûtes qui étonnent par leur peu d'épaisseur est, d'une part, dans la division de la poussée que produit le croisement

des arcs; d'autre part, dans les arcs-boutants, qui, en empêchant l'écartement des parties les plus élevées de la construction, opposent une résistance efficace à leur pression et à leur pesanteur.

En examinant les sutures des os du crâne, on y retrouve les *arêtes* dont l'architecture tire un si grand parti dans l'établissement des voûtes à de très-grandes hauteurs. Dans nos églises, ces nervures en saillie s'appuient sur des *retombées*, qui portent elles-mêmes sur les points les plus résistants de la bâtisse; c'est aussi dans les os les plus solides et les mieux articulés que se terminent les sutures crâniennes : telle est la suture coronale qui s'arrête à l'os sphénoïde; telle est encore la suture occipitale que bornent, de chaque côté du crâne, les deux apophyses mastoïdes du temporal.

En examinant les dépendances du crâne, on est d'abord porté à penser que la résistance aurait dû être appliquée à la voûte sur laquelle agissent incessamment les corps extérieurs, tandis que la base est abritée par sa situation même. Mais le mécanisme de cette structure fait que c'est précisément à la base que sont transmis en définitive tous les chocs venus du dehors; aussi est-ce là que se trouvent réunies toutes les conditions de résistance et de solidité.

La base du crâne est à l'abri des corps extérieurs : la face, la colonne vertébrale et les muscles nombreux de la région cervicale postérieure, ainsi que des parties molles très-importantes, la protégent efficacement : aussi est-ce à la base du crâne que répondent les parties les plus importantes du cerveau, celles dont la lésion serait immédiatement mortelle; et c'est également par cette base que sortent tous les nerfs crâniens, les veines vertébrales, et que pénètrent les artères du même nom. De tous les animaux, l'homme est celui qui a le crâne le plus grand et la face la plus petite. Les proportions de la tête avec la taille varient avec l'âge : au deuxième mois de la vie embryonnaire, elle égale la moitié du corps; au neuvième mois, le quart; à trois ans, le cinquième; à trente ans, le huitième.

La *poitrine* est une cavité osseuse et cartilagineuse, élastique

et mobile, qui occupe la moitié supérieure du tronc, et renferme les poumons, le cœur et les gros vaisseaux (pl. V, fig. 1, *lambeau*) ; cette cavité est formée par vingt-quatre os longs, déliés et courbés, qui, au nombre de douze de chaque côté, sont unis postérieurement aux douze vertèbres de la région dorsale *m* (pl. VII, fig. 2 : *soulevez le lambeau*), et s'élèvent transversalement en voûte pour s'articuler avec une pièce osseuse longue et plate appelée sternum. Ces vingt-quatre os, ainsi arqués et coudés en cerceaux, se nomment les côtes (page 155); ils forment une grande cavité conoïde, dont le sommet se continue avec le cou et dont la base est formée par le *diaphragme d* (pl. V, fig. 1, *lambeau*), muscle large, susceptible d'une grande résistance qui forme, du côté du bas-ventre, une voûte elliptique dont la convexité regarde l'intérieur de la poitrine. Nous avons dit ailleurs (p. 113) que l'effet de la contraction de ce muscle était d'agrandir le thorax et de permettre ainsi aux poumons un plus grand développement.

Toutes les côtes ne s'unissent pas directement avec le sternum ; les sept premières seules sont liées à cet os par une substance élastique qui doit se prêter aux mouvements nombreux de ces os les uns sur les autres (pl. V, fig. 1, *lambeau*); les trois qui suivent sont unies non pas au sternum, mais à ces cartilages élastiques : quant aux deux dernières, elles sont libres dans l'épaisseur des parois du ventre ; on les nomme flottantes (figure de la page 155).

Les *os des hanches* (fig. de la page 155), appelés aussi *os iliaques*, sont deux os larges qui, en avant, se réunissent entre eux, et, en arrière, s'articulent avec l'os sacrum *s*, de manière à former, à la partie inférieure du tronc, une espèce de ceinture osseuse appelée *bassin* (pl. VII, fig. 2). Le sacrum comprend l'intervalle que laissent entre eux ces deux grands os inégalement concaves en dedans et convexes en dehors. Dans l'espèce humaine, le bassin transmet aux membres inférieurs le poids du tronc et des extrémités supérieures.

Membres.

Les *membres supérieurs* sont constitués par l'épaule, le bras, l'avant-bras et la main.

L'*épaule* est formée chez l'homme et la plupart des autres mammifères par deux os, qui sont l'omoplate et la clavicule. Ce dernier os s'articule avec le sternum. C'est à l'aide de cette union que le membre supérieur tient au tronc. La clavicule est destinée à renforcer le membre dont elle fait partie. Des masses charnues, épaisses et membraneuses sont étendues des côtes et des vertèbres à l'omoplate, et assurent ainsi les rapports de l'épaule avec la colonne vertébrale *d* (pl. V et VI, fig. 1).

Le *bras* est formé d'un seul os que l'on appelle humérus. Cet os s'articule avec l'omoplate par une tête arrondie qui surmonte son extrémité supérieure. Cette tête est reçue dans une cavité sphérique de l'omoplate.

L'*avant-bras* est formé par la réunion de deux os, qui sont : en dedans le cubitus, en dehors le radius. Ces os s'unissent à l'humérus par leurs extrémités supérieures, et par les inférieures avec les os de la main.

La *main*, organe de préhension, destinée à se mouler sur les objets, figure un levier brisé en vingt-sept os qui se partagent en trois groupes. Le premier qui se joint à l'avant-bras, est le *carpe*, vulgairement le *poignet;* le suivant est le *métacarpe*, ou ce qui forme en dedans la *paume* et au dehors le *dos* de la main ; le troisième constitue les doigts.

Le carpe est l'assemblage de huit petits os très-irréguliers, qui font une espèce de voûte ; taillés de manière à pouvoir glisser les uns sur les autres, ils sont disposés sur deux rangées et unis entre eux par des liens fibreux.

Le métacarpe est composé de cinq os longs et inégaux, et plus épais à leurs extrémités qu'à leur milieu.

Les doigts sont au nombre de cinq : l'index, le médius, l'annulaire et l'auriculaire, sont formés chacun de trois os, le pouce n'en a que deux ; on donne à ces trois os des noms dif-

férents. Celui qui est le plus près du métacarpe et le plus grand est appelé phalange; celui qui vient après, phalangine, et le troisième qui supporte l'ongle, phalangette.

Les bras détachés du tronc et libres peuvent exercer des mouvements étendus et sont terminés par une main, organe admirable de toucher et de préhension. «Qu'on suppute, dit Buffon, la superficie de la main et des cinq doigts, on la trouvera plus grande, à proportion, que celle de toute autre partie du corps, parce qu'il n'y en a aucune qui soit autant divisée. Ainsi, elle a d'abord l'avantage de pouvoir présenter aux corps étrangers plus de superficie, ensuite ces doigts peuvent s'étendre, se raccourcir, se plier, se séparer, se joindre et s'ajuster à toutes sortes de surfaces, autre avantage qui suffirait pour rendre cette partie l'organe de ce sentiment exact et précis, qui est nécessaire pour nous donner une idée de la forme des corps. »

Les *membres inférieurs* sont conformés à peu près de la même manière que les membres supérieurs ; la hanche représente l'épaule, la cuisse le bras, la jambe l'avant-bras, et le pied la main.

La *cuisse* est formée d'un seul os que l'on appelle *fémur*. Cet os s'articule, par son extrémité supérieure, avec l'os des hanches, par son extrémité inférieure avec les os de la jambe.

La *jambe* est formée de deux os. L'os placé en dedans est appelé *tibia* ; l'os placé en dehors, *péroné* ; au-devant de l'articulation des os de la jambe avec l'os de la *cuisse* est placé un petit os que l'on nomme *rotule* ; cet os est destiné à consolider le genou (voy. la figure de la page 155).

Le *pied*, organe de sustentation, forme une base à double voûte, allongée en avant, et se compose de vingt-six os qui se partagent en trois groupes : le tarse, le métatarse et les orteils ; il diffère de la main principalement par la brièveté des doigts, leur peu de mobilité, et par la disposition du tarse. Le *tarse* est constitué par la réunion de sept os, le *métatarse* est composé de cinq os qui s'unissent et aux os du tarse et aux os des orteils ; les *orteils* sont composés chacun des phalanges que l'on nomme, comme à la main et pour les

mêmes os, phalanges, phalangines et phalangettes. Le pouce n'a que deux phalanges. Tous ces petits os sont unis entre eux par des surfaces articulaires dont le contact est assuré et maintenu par des ligaments fibreux.

Outre les os que nous venons d'énumérer, il y en a d'autres qu'on pourrait nommer accessoires, surnuméraires ; ce sont les os sésamoïdes et les os wormiens.

On désigne sous le nom de *sésamoïdes* de petits os dont le nombre est sujet à varier ; placés dans certaines articulations des doigts et des orteils, ils se développent dans les tendons des muscles et en augmentent la force.

On appelle os *wormiens* de petits os surnuméraires qu'on rencontre quelquefois dans les sutures principales des os du crâne.

Il existe encore un os nommé hyoïde, auquel sont fixées, en partie, les fibres charnues qui constituent la langue ; cet os est situé à la partie antérieure et moyenne du cou, entre la base de la langue et le larynx : sa forme est celle d'un demi-cercle (pl. IV, fig. 6, *h*).

L'assemblage des os que nous venons d'énumérer constitue le squelette. Nous avons vu qu'en général, ils étaient mobiles les uns sur les autres, à l'aide d'un contact que l'on nomme articulation. Mais tous les os du squelette ne jouissent pas à un degré pareil de cette mobilité ; il en est même dont les articulations sont tellement solides, qu'elles ne se prêtent à aucun déplacement, telles sont les articulations qui unissent entre eux les os du crâne et de la mâchoire supérieure. Il est des os qui n'ont que des déplacements obscurs ou incomplets; cela se voit dans les articulations des vertèbres entre elles. Quant aux membres, ce sont les parties dont les os jouissent des mouvements les plus étendus.

Articulations.

Les os qui constituent le squelette sont unis entre eux par des articulations assujetties à l'aide de liens flexibles : ces articulations changent de nom suivant leurs formes et leurs

usages. Si l'articulation qui met deux os en contact leur permet d'exécuter des mouvements les uns sur les autres, elle est appelée *mobile;* si l'articulation n'est au contraire qu'un moyen d'assurer l'union d'un ou de plusieurs os, elle est appelée *immobile*. Plus une articulation est mobile, moins elle est solide ; et plus elle est solide, moins elle a de mobilité.

La surface articulaire des os mobiles est recouverte d'une substance élastique qui peut supporter les plus fortes pressions et amortir les chocs les plus rudes. Cette substance, appelée *cartilage*, est enduite d'une humeur visqueuse, destinée à favoriser le glissement des extrémités articulaires, c'est la synovie (voy. page 144).

Toutes les articulations mobiles ne se ressemblent pas ; les extrémités des os qui concourent à les former se correspondent par des surfaces dont la configuration est réciproque. Elles sont, en général, les unes convexes, les autres concaves.

Les os sont unis entre eux par des parties fibreuses nommées ligaments. Ce sont des gaînes très-résistantes et très-fortes qui entourent l'articulation, tenant par leurs deux bouts aux deux os dont elles assurent la réunion.

Les articulations présentent une foule de différences dans leurs mouvements. La rotation est propre à quelques-unes : tantôt elle s'exerce sur un seul pivot, comme on le voit dans l'articulation de la tête sur le cou, tantôt il y a deux pivots, comme dans la double articulation des os de l'avant-bras entre eux.

Il y a des mouvements d'opposition ou angulaires, ce sont ceux où les os forment, l'un avec l'autre, des angles plus ou moins ouverts. L'opposition est quelquefois bornée aux mouvements de flexion et d'extension, comme au coude, au genou, etc. ; d'autres fois elle est vague et peut avoir lieu dans quatre sens principaux et dans tous les sens intermédiaires, comme on le voit au bras, à la cuisse, etc.

Muscles. — Leur structure et leur mode d'insertion.

Quels que soient les mouvements divers et nombreux que l'on observe dans l'animal, ils ont tous pour résultat le déplacement de quelques-uns des os qui concourent à former le squelette ; mais ces os ne peuvent pas se mouvoir d'eux-mêmes, et ne se déplacent ainsi que par l'action d'autres organes qui se fixent sur eux, et les entraînent en se raccourcissant. Ces organes moteurs, qu'on nomme des muscles, sont très-nombreux et constituent près de la moitié de la masse totale du corps. Ce sont des substances charnues composées de fibres groupées en faisceaux les unes avec les autres, qui ont la propriété de se raccourcir et de se rallonger, en affectant des formes et des directions très-variables.

Revêtus de téguments communs et maintenus par des étuis membraneux, les muscles sont généralement groupés autour du corps des os longs et dans l'intervalle des articulations. Ils constituent les membres qui ont pour usage d'agrandir la portée des actes de la volonté et des instruments de la sensibilité. Les membres inférieurs exécutent la station et la progression ; les supérieurs servent à des mouvements divers. Les muscles, en se contractant, agissent sur les os pour les mouvoir ; leur action est d'autant plus énergique et ses effets sont d'autant plus prononcés, que les fibres qui les constituent sont plus ou moins nombreuses, et sont disposées dans telle ou telle direction.

On a remarqué que plus les efforts exercés par les muscles se rapprochent des mouvements auxquels ils sont destinés par la nature, plus la quantité de travail que produisent leurs contractions est grande.

Les figures 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, de la planche VI montrent la disposition variée des masses musculaires, et les changements qui surviennent dans l'état de leurs fibres, suivant qu'elles sont en relâchement ou en contraction. Les mouvements, quels qu'ils soient, se rapportent tous à l'un ou à l'autre de ces deux états.

Lorsqu'un muscle se contracte, il se gonfle, et ses deux extrémités se rapprochent en tirant les parties auxquelles elles sont fixées (*id.*, fig. 3).

Or, les muscles se fixent solidement aux os par l'intermédiaire de cordons blanchâtres appelés *tendons*, ou de membranes de même nature que l'on nomme *aponévroses ;* en se contractant, ils doivent par conséquent rapprocher l'un de l'autre les deux points du squelette auquel ils sont liés. C'est à ce phénomène qu'on donne le nom de *motricité*, faculté qu'a l'extrémité d'un nerf de transmettre à un élément de nature différente, l'élément musculaire, l'incitation amenée jusque-là, de manière à exciter la contraction. La contraction des muscles est donc déterminée par l'action du système nerveux, et a lieu tantôt d'une manière indépendante de la volonté, tantôt sous l'empire de cette puissance.

Les muscles sont l'élément contractile au moyen duquel les mouvements sont exécutés chez les animaux; la fibrine en est la base ; celle-ci est en solution dans le sérum; en se précipitant, elle détermine la coagulation du sang. Si, dans une goutte d'eau, l'on projette une goutte de sang, d'une certaine hauteur, l'on voit au microscope les globules rouges flotter dans le liquide et la fibrine séparée sous la forme de petits caillots d'un blanc jaunâtre. Ce caillot est très-élastique, assez résistant, et se déchire en fragments irréguliers; au moyen de la compression, on en sépare des granules sphériques d'un diamètre de $0^{mm},001$, qui nagent dans le liquide et semblent avoir perdu toute capacité d'adhérer entre eux; il s'en voit encore d'autres plus gros d'un diamètre de $0^{mm},005$. Ces globules-ci sont fort transparents et rappellent les globules lymphatiques du sang.

La couleur des muscles est ordinairement rouge ; leur volume et leur figure présentent de nombreuses différences, et pourtant on peut rapporter à quelques formes générales les dispositions variées que présente la direction de leurs fibres; tantôt elles sont rayonnées (*id.*, fig. 4), tantôt elles s'insèrent obliquement sur les tendons, espèces de cordes souples et résistantes, destinées à transmettre aux os les mouvements qui

leur sont communiqués par la fibre musculaire (*id.*, fig. 6 et 7).

On doit remarquer, dans l'action d'un muscle, diverses circonstances : 1° il est raccourci, et ce raccourcissement est en proportion de la longueur des fibres; 2° les fibres qui le composent ont acquis de la tension, de l'élasticité ; l'organe est plus dur, et offre sur sa surface des rides transversales (*id.*, fig. 2 *b*); 3° le sang qui circule dans son intérieur est, en grande partie, exprimé par suite de la compression que subissent les veines ; 4° il a acquis plus de solidité, car il triomphe des résistances qui le rompraient dans l'état de relâchement ; 5° tandis qu'il diminue de longueur, on croit qu'il augmente de grosseur; d'où il résulte qu'il semble faire plus de saillie au dehors, et courrait même le risque d'être déplacé, s'il n'était retenu par des aponévroses (*id.*, fig. 3 *a*).

On a vainement cherché à expliquer la contractilité musculaire : les uns ont eu recours à des explications physiques telles que la traction mécanique du muscle exercée par le nerf qui lui arrive ; la réplétion mécanique des prétendus tubes ou vésicules de la fibre musculeuse par un fluide quelconque, le fluide nerveux ou le sang. D'autres ont eu recours à des explications chimiques : la combustion des éléments nombreux du muscle, savoir : l'azote, l'hydrogène et le carbone, par l'oxygène du sang artériel ; combustion qui serait déterminée par le courant nerveux, agissant ici à la manière de l'étincelle électrique. Haller a cru résoudre le problème par l'hypothèse de l'*irritabilité*; il établit que la contraction des muscles est due à l'exercice de cette force spéciale que ces organes seuls possèdent, mais qui a besoin, pour être mise en jeu, d'être suscitée par un stimulus : celui-ci consisterait dans l'influx nerveux.

Depuis l'état d'embryon jusqu'à dix-huit ou vingt ans, les os changent continuellement de forme, de grandeur, de volume, etc.; par conséquent, pendant tout le temps que dure l'ossification, les muscles doivent suivre les changements qu'éprouve le squelette. Ordinairement, à vingt ou vingt-deux ans, l'accroissement des os en longueur est terminé; mais ils conti-

nuent de croître en épaisseur jusqu'après l'âge adulte. A cette époque, tout accroissement cesse et les os continuent à recevoir des éléments réparateurs, jusqu'à ce que les progrès de l'âge viennent apporter dans leur texture des altérations maladives et des décompositions chimiques.

Les muscles offrent aussi de grandes modifications suivant les âges : chez l'embryon, ce sont des masses gélatiniformes, grêles et peu prononcées, qui se développent avec les progrès de la grossesse, mais d'une manière peu marquée. Pendant l'enfance et la jeunesse, la nutrition des muscles s'accélère ; mais ils croissent particulièrement en longueur, et c'est à cela que sont dues les formes arrondies, sveltes, qu'on remarque à cette époque de la vie. A l'âge adulte, les muscles croissent en épaisseur; ils augmentent de volume et se prononcent fortement sous la peau, leur tissu prend plus de consistance, et leur nature chimique elle-même se modifie. C'est à ces changements que se rapportent les propriétés différentes du bouillon qui est fait avec de la chair d'animaux jeunes, ou bien avec la chair d'animaux vieux.

Dans la vieillesse, la nutrition des muscles décroît sensiblement : ces organes diminuent en volume, ils sont flasques et vacillants.

La contraction musculaire subit à peu près les mêmes variations que la nutrition des muscles : faible et peu marquée chez le fœtus, elle augmente d'activité à la naissance, s'accroît rapidement dans l'enfance et la jeunesse, acquiert son plus haut degré de perfection dans l'âge adulte, et finit par se perdre presque entièrement chez le vieillard, où la fibre devenue coriace est à peine capable d'ébranler les os que, naguère, elle faisait mouvoir avec tant d'énergie.

MÉCANISME DES MOUVEMENTS. — ATTITUDES : MARCHE ; VOL ; NATATION. — ORGANES PRODUCTEURS DU SON ; VOIX.

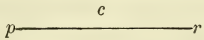
Mécanisme des mouvements. — Attitudes. — Marche. — Vol. — Natation.

Les effets produits par la contraction musculaire dépendent de l'obliquité plus ou moins grande des attaches des fibres sur le levier ou l'os qu'elles doivent mouvoir, et de la distance qui sépare l'insertion du muscle du point d'appui sur lequel l'os se meut. Un examen rapide des divers genres de leviers fera comprendre ce rapport.

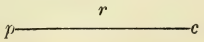
En mécanique, on entend par levier une tige solide dont la longueur est considérable relativement à ses autres dimensions, qui peut tourner librement autour d'un point d'appui et au moyen de laquelle une *puissance*, aidée d'un point d'appui, peut vaincre ou soutenir une *résistance*. Une des conditions essentielles du levier comme machine, c'est donc l'existence d'un *point fixe* ou *point d'appui* autour duquel agissent deux forces dont l'une porte le nom de *résistance* et l'autre le nom de *puissance*.

Le point fixe, ou point d'appui, peut avoir, relativement à la puissance et à la résistance, trois situations différentes qui ont donné lieu à trois sortes de leviers.

Si le point d'appui *c* se trouve entre la puissance *p* et la résistance *r*, le levier est du *premier genre* ou *inter-mobile* (pl. V, fig. 2).



Si le point d'appui *c* est à une extrémité, la puissance *p* à l'autre, et la résistance *r* au milieu, le levier est du *deuxième genre* ou *inter-résistant* (pl. V, fig. 3).



Enfin le levier est du *troisième genre*, ou *inter-puissant*, lors-

que la puissance *p* se trouve au milieu, le point d'appui *c* à une extrémité et la résistance *r* à l'autre (pl. V, fig. 4).

p

r ——————— *c*

La distance du point d'appui à celui où s'applique une force a reçu le nom de *bras de levier*.

L'effet de la puissance est en raison directe de la longueur des bras du levier.

Les forces sont d'autant moindres qu'elles sont plus obliques à la direction du levier. Par conséquent, le *maximum* de leur énergie aura lieu quand elles seront perpendiculaires au levier

Le levier du premier genre est le plus favorable à l'équilibre. Le levier du troisième genre sert mieux l'étendue et la rapidité des mouvements.

On trouve une grande variété d'applications de ces différents genres de leviers dans les organes du mouvement de l'homme. Ainsi, lorsque la tête est portée soit dans l'extension, soit dans la flexion, par les muscles qui s'attachent à sa partie postérieure ou à sa partie antérieure, elle représente un levier du premier genre (pl. V, fig. 2). Le point d'appui se trouve à l'articulation de la tête et du cou, la puissance et la résistance se trouvent l'une en avant, l'autre en arrière, ou réciproquement, suivant que la tête est entraînée dans la flexion ou dans l'extension.

On trouve un levier du deuxième genre dans le pied, lorsqu'on s'élève sur sa pointe : le point d'appui se trouve à la partie antérieure de cet organe au niveau des phalanges qui pressent sur le sol : la puissance se rencontre à l'autre extrémité qu'entraîne en haut le tendon d'Achille qui lui transmet la contraction des muscles du mollet; la résistance est à l'articulation du pied avec la jambe qui supporte tout le poids du corps (pl. V, fig. 3).

Les exemples du levier du troisième genre sont très-communs dans l'organisation animale; on le trouve dans l'articulation de la mâchoire inférieure et dans les mouvements de l'avant-bras sur le bras (pl. V, fig. 4 et pl. VI, fig. 3).

Lorsque l'avant-bras est demi-fléchi et que nous voulons le fléchir complétement, en soulevant quelque corps pesant saisi par la main, le point d'appui se trouve dans l'articulation du coude; la puissance, représentée par le muscle biceps, est au-devant de cette articulation, la résistance est dans le poids de l'avant-bras, augmenté par la présence du corps pesant (pl. VI, fig. 3 et 8).

Les divers mouvements du corps n'ont pas toujours été assurés par des moyens aussi simples que ceux que nous venons de citer. Pour faire mouvoir les unes sur les autres les diverses parties du squelette, il existe autour d'elles plusieurs masses de muscles isolées les unes des autres, qui, par leur allongement ou leur contraction partiels, concourent aux mouvements variés que nécessite la vie de relation.

Le nombre des muscles du corps humain est très-considérable et varie plus ou moins dans chaque individu. Cependant, à la différence près de sept à huit, il s'élève communément à 408. On peut en faire l'énumération dans l'ordre suivant :

A la tête.....	54	Aux membres supérieurs.	92
Au cou	62	Aux membres inférieurs.	102
Au tronc.....	90	Muscles de l'ouïe.....	8

En général, ils forment autour du squelette deux couches, et se distinguent en superficiciels et en profonds. Ceux qui sont destinés à mouvoir un os quelconque, sont presque toujours placés autour de la portion du squelette située entre cet os et le centre du corps; ainsi les muscles qui meuvent la tête sont situés au cou; ceux qui meuvent le bras occupent l'épaule; ceux qui ploient ou qui redressent l'avant-bras sur le bras entourent l'humérus, et ceux qui fléchissent ou étendent les doigts sont placés dans l'avant-bras. Il en est de même pour les muscles des membres inférieurs (pl. V et VI, fig. 1).

On distingue les muscles en réfléchisseurs, extenseurs, rotateurs, élévateurs, adducteurs, abducteurs, etc., suivant les usages qu'ils sont appelés à remplir.

La puissance d'un muscle dépend en partie de son volume,

et en partie de la manière dont il se fixe à l'os qu'il doit mouvoir. Toutes choses égales d'ailleurs, les muscles les plus forts sont les plus gros.

Dans le corps humain, les muscles et les os sont en général disposés d'une manière peu favorable à la puissance des mouvements, mais très-favorable à leur rapidité.

Les muscles ne servent pas seulement à nous faire exécuter des mouvements, ils sont également nécessaires pour maintenir les os mobiles dans les positions qu'ils doivent conserver. Ainsi la tête, par son propre poids, tend à retomber en avant, et c'est la contraction des muscles de la partie postérieure du cou qui la tient relevée. Il en est de même pour la station. Nous verrons, plus loin, que la position verticale est la plus naturelle à l'homme, mais qu'elle nécessite une action très-énergique de la part d'un grand nombre de muscles sans lesquels le tronc se ploierait en avant, et les membres abdominaux fléchiraient sous le poids du reste du corps. Lorsque l'homme est dans cette position, les muscles qui servent à redresser sa colonne vertébrale et à étendre sa cuisse, sa jambe et son pied, sont mis en jeu avec une grande énergie.

Les muscles fléchisseurs ne sont pas appelés à exercer des efforts aussi considérables ni aussi fréquents ; ils sont, en général, bien moins volumineux et moins puissants que les extenseurs.

La direction des mouvements est décidée par l'espèce d'articulation que présentent les os, par la situation des muscles moteurs relativement à ces os et par la disposition de leurs tendons, selon qu'ils sont libres, ou fixés dans une gouttière, ou réfléchis par une poulie.

L'étendue des mouvements tient : 1° au mode de l'articulation et à la longueur des fibres des muscles ; car plus les fibres sont longues, plus le raccourcissement qu'elles éprouvent est considérable, et par conséquent plus le mouvement qu'elles produisent est étendu ; 2° au genre de levier que forme l'os mis en mouvement ; nous avons vu que le levier du troisième genre est avantageux sous ce rapport ; 3° enfin, à la distance du point d'appui à laquelle s'insèrent les muscles moteurs ;

plus cette insertion est près de l'articulation, plus les mouvements sont étendus.

Nous avons dit que l'effet immédiat de la contraction des muscles est le mouvement des parties auxquelles ils s'attachent, ce qui constitue la *locomotion.*

La locomotion du tronc consiste dans l'inclinaison du tronc en avant, sur les côtés, ou dans sa rectitude. Elle se rapporte à diverses causes, et sert à l'expression, dans les attitudes.

La locomotion de la tête consiste dans la flexion de la tête en avant, en arrière, ou sur les côtés, ou dans un mouvement de rotation sur son axe.

Les mouvements de totalité de la tête servent à diriger les sens vers les objets, et les mouvements partiels de la face servent à l'expression des sentiments ou des affections.

La locomotion des membres, dans les *membres supérieurs*, est exécutée par des muscles nombreux qui les étendent, les fléchissent, les portent en dedans ou en dehors, leur impriment des mouvements partiels ou généraux de circumduction, d'adduction, etc.

Elle a trois objets ; elle sert, 1° au toucher ; 2° aux actions proprement dites qui comprennent toutes les œuvres infiniment variées de l'homme ; 3° aux gestes : on donne ce dernier nom au *langage d'action* qui traduit les sentiments et les idées, à l'aide des mouvements des membres supérieurs.

Dans les *membres inférieurs* la locomotion consiste en des mouvements partiels ou généraux de circumduction. Les membres inférieurs sont des colonnes creuses auxquelles on peut appliquer le principe de mécanique que : à égale quantité de matière, ils offrent plus de résistance, avec la forme canaliculée qu'avec la forme pleine. Ils réunissent ainsi la force à la légèreté. Les divers mouvements des membres inférieurs se rapportent tous à la station ou à la progression. La contraction simultanée des muscles produit le premier effet, par lequel l'homme se tient debout sur un plan solide. Leurs contractions successives et coordonnées produisent le deuxième effet, par lequel l'homme change de place, s'éloigne ou s'approche des objets.

Attitudes.

On donne le nom d'attitude à une position quelconque du corps qui est permanente pendant quelque temps. Pour faire comprendre le mécanisme des attitudes, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails de mécanique.

On sait que tous les corps de la nature, abandonnés à eux-mêmes, tendent à se rapprocher, par l'effet d'une force générale que l'on nomme attraction, et que l'énergie avec laquelle un corps en attire un autre est d'autant plus grande que sa masse est plus considérable, comparativement à celle du corps attiré. La terre étant incomparablement plus grosse que la masse des animaux, des plantes, des pierres et de tous les autres objets répandus à sa surface, elle les attire sans cesse, et tend à les faire tomber vers le centre du globe. Pour qu'ils restent dans la position qu'ils occupent, il faut donc qu'ils soient soutenus par quelque chose qui *résiste* à cette force d'attraction.

On appelle *base de sustentation* l'espace que limitent les différents points par lesquels un objet s'appuie sur un *corps résistant.*

Pour qu'un corps solide reste immobile sur sa base de sustentation et ne tombe pas, il n'est pas nécessaire que toutes ses parties s'y appuient ; il suffit de le soutenir par un seul point, pourvu que ce point soit placé de façon que, si une partie de sa masse s'abaissait vers la terre, une partie opposée également pesante s'élèverait d'autant. Le poids d'une partie sert alors à contre-balancer celui de l'autre. On appelle *centre de gravité* le point autour duquel toutes ces parties se font réciproquement équilibre, et qu'il suffit de soutenir pour maintenir en place la masse entière; ou, en d'autres termes, le centre de gravité du corps est le point d'application de la résultante des forces parallèles et verticales de la pesanteur qui agissent sur ce corps; tout corps qui s'appuie sur son *centre de gravité* est nécessairement en équilibre.

Il suit de là que, pour empêcher un corps de tomber, il suffit

que sa base de sustentation soit placée verticalement au-dessous de son centre de gravité. Son équilibre sera donc d'autant plus stable que cette base sera plus large, car alors son centre de gravité peut se déplacer davantage, sans que la ligne verticale qui passe par ce centre sorte des limites de cette base. Plus le centre de gravité d'un corps sera élevé au-dessus de la base de sustentation, moins l'équilibre sera stable, car un déplacement plus petit de ce centre suffira alors pour que la ligne verticale cesse de tomber sur la base de sustentation.

Le centre de gravité du corps humain est situé au milieu de la dernière vertèbre lombaire (pl. VII, fig. 2, *v''*), à un centimètre environ au-dessus d'un plan qui passerait par l'angle saillant formé par l'articulation de la dernière vertèbre lombaire avec le sacrum.

Ces notions préliminaires étant connnes, il deviendra facile de comprendre le mécanisme des attitudes.

Les principales attitudes de l'homme sont : le coucher, la position assise et la station sur deux pieds; la marche, le saut, la course, la nage, la sustentation, la traction.

Coucher. — Lorsque l'homme est couché sur le dos ou sur le ventre, toutes les parties de son corps posent sur le sol; il n'a besoin de contracter aucun muscle pour les maintenir en place, et sa position réunit au plus haut degré les deux conditions de l'équilibre, qui sont: la plus grande étendue possible de la base de sustentation, et la proximité du centre de gravité. Le coucher est l'attitude du repos, celle des personnes faibles, des malades. Dans le coucher, le corps peut effectuer quatre postures différentes, selon qu'il pose sur le dos, sur le ventre ou sur l'un des côtés; chacune de ces positions est relative à la plus ou moins grande facilité de la respiration.

Dans la *position assise*, le corps repose sur les tubérosités de l'os des hanches ; la base de sustentation est, ici, encore assez large, puisqu'elle est représentée par le bassin qui peut avoir plus ou moins d'étendue, selon le plus ou moins de volume des parties molles qui le recouvrent : aussi il est impossible de se relever en conservant la rectitude du tronc; et il devient

indispensable de porter le haut du corps en avant, jusqu'à ce que le poids de la partie inférieure se trouve compensé, et que la verticale passe par la plante des pieds.

Après le *coucher*, la *position assise* est celle qui offre le plus de solidité. Elle nécessite néanmoins, pour le maintien de l'équilibre, des contractions musculaires qui diffèrent d'après la manière dont on est assis. Lorsque le dos est appuyé, les muscles du cou sont les seuls qui fassent effort pour soutenir la tête dans sa rectitude (pl. VII, fig. 2, *lambeau*). Si le dos n'est pas soutenu, la plupart des muscles postérieurs du tronc se contractent pour prévenir la chute en avant ; et une fatigue réelle est l'effet de cette action énergique et continue.

Dans la *station debout*, le poids du corps est transmis aux membres inférieurs par les os des hanches sur lesquels se répartissent, en vertu du théorème de statique du *parallélogramme des forces*, les pressions latérales exercées par le sacrum (page 155), la base de sustentation est circonscrite par le polygone qu'on peut former par les points de contact des pieds avec le sol. Ici, le moindre effort peut détruire l'équilibre, et ce n'est qu'en agrandissant la base de sustentation, dans un sens plutôt que dans l'autre, selon la direction des forces, que l'on peut prévenir une chute. Du reste, les mouvements par lesquels nous ramenons la verticale dans la base de sustentation, sont en quelque sorte automatiques. C'est ainsi que, pour résister à une force qui tendrait à produire la chute en avant, nous avançons rapidement un pied ; si notre corps penche vers la gauche, nous étendons subitement le bras droit ; si une force tend à nous renverser en arrière, nous reculons un pied et nous portons le corps en avant.

L'homme qui a un gros ventre, l'homme portant un lourd fardeau sur les épaules, sont obligés l'un et l'autre de prendre des attitudes qui changent la position du centre de gravité. Le premier rejette son corps en arrière, afin que la verticale passe entre ses deux pieds ; et c'est pour la même raison que le second penche son corps en avant. Une femme qui porte un enfant sur le bras droit rejette son corps sur le côté gauche. L'homme qui veut saisir de la main un objet un peu

éloigné, et cela sans se déplacer, allongera son bras et penchera son corps du côté de l'objet ; mais, en même temps, il portera une jambe en arrière, pour maintenir toujours le centre de gravité dans les conditions qui conviennent à l'équilibre.

Ainsi, nous faisons continuellement de la mécanique, sans nous douter de ses notions, et les meilleures garanties de notre conservation tiennent à une application involontaire de lois physiques que notre raison ne dirige pas.

La *station debout* appartient exclusivement à l'homme. C'est l'attitude à laquelle l'a préparé sa structure anatomique. Ses membres se fléchissent dans un sens tout à fait opposé à la flexion des membres des quadrupèdes. Dans une station quadrupède, ses épaules et ses bras seraient trop faibles pour soutenir le poids de sa large poitrine et de sa tête volumineuse ; ses jambes donneraient à la partie inférieure du corps une position plus élevée que celle de la tête, ce qui mettrait de grands obstacles à l'exercice des fonctions, et occasionnerait des congestions cérébrales ; la face aplatie et les yeux dirigés en avant seraient forcément tournés vers la terre.

Rappelons aussi le mode d'articulation de l'os de la cuisse avec le bassin, la largeur et l'inclinaison de cette ceinture osseuse, le volume et la force des muscles destinés à étendre et à maintenir étendues les différentes brisures des extrémités inférieures, puis les inflexions de la colonne vertébrale, et enfin le mode d'articulation de la tête qui se tient, d'elle-même pour ainsi dire, en équilibre au sommet de cet axe osseux, sans nécessiter de grands efforts musculaires (pl. VII). Ajoutons que la pression atmosphérique maintient la tête du fémur appliquée dans la cavité cotyloïde. Toutes ces dispositions, si bien prises pour élargir autant que possible la base de sustentation, donnent aux parties inférieures du corps de l'homme la solidité nécessaire, et témoignent de l'harmonieux ensemble que présentent les divers compartiments de cette machine vivante, si merveilleusement disposés pour un seul et même but.

La *marche* est l'acte par lequel l'homme et les animaux se

transportent d'un lieu dans un autre, par une suite de mouvements qu'exécutent leurs jambes, sans se détacher entièrement à la fois du sol, comme ils le font dans la course et dans le saut. Si l'homme est debout et que ses deux pieds soient posés parallèlement sur le sol, tout le corps se porte sur l'une des jambes qui reste immobile, pour lui fournir un point d'appui. La flexion des jambes a lieu de la manière suivante : la cuisse se plie sur le bassin, la jambe sur la cuisse, et le pied sur la jambe. Mais la flexion de la cuisse sur le bassin ne peut avoir lieu sans porter en avant le genou ainsi que tout le membre : alors tous les muscles qui avaient concouru à cette élévation totale du membre se relâchent, la tête et le corps entier s'inclinent en avant ; la verticale abandonne le membre fixé, pour se porter sur celui qui vient d'agir et qui va servir maintenant de point d'appui à tout le corps, pendant que l'autre membre exécutera un mécanisme semblable.

Dans la marche sur un sol ascendant, il n'y a plus de difficultés à fairepasser sans cesse le poids du tronc du membre qui est resté en arrière sur celui qui est porté en avant, parce qu'il faut le mouvoir contre l'ordre de la gravitation qui tend toujours à le ramener vers le premier ; aussi penche-t-on le corps en avant. C'est surtout au genou de la jambe qui est portée en avant que se fait sentir la fatigue, comme si les muscles extenseurs de la jambe, prenant cette fois-ci leur point d'appui fixe sur cette partie, cherchaient à tirer à elle avec effort la cuisse et tout le tronc. Il y a aussi fatigue du mollet du membre qui est resté en arrière, parce que ces muscles étendent le plus possible le pied sur les orteils.

Dans la descente, les phénomènes sont inverses et la fatigue résulte des efforts que l'on fait pour combattre la tendance qu'a le corps à tomber en avant, c'est aux muscles de la région vertébrale qu'est surtout rapportée la fatigue. Dans ces différents cas un escalier est plus commode, parce qu'on peut placer le pied à plat.

La sûreté de la marche est toujours en raison directe du degré d'écartement des pieds, et en raison inverse de la mobilité du sol qui nous supporte. Ce n'est qu'après un certain temps

que les matelots marchent avec assurance sur le pont des vaisseaux ; aussi, dès qu'ils ont contracté le *pied marin*, il est très-aisé de les reconnaître à terre, par l'habitude qu'ils ont prise d'écarter considérablement les pieds. Les membres supérieurs ne sont pas inactifs, pendant la marche ; ordinairement, le bras de la jambe qui oscille se porte en arrière et lui fait équilibre. Le corps entier se porte en avant, comme pour lutter contre la résistance de l'air. C'est en obéissant au même principe, que, pour tenir un bâton en équilibre sur le bout du doigt, nous le dévions de la verticale, afin que la résistance de l'air ne le renverse pas en arrière.

Le *saut* est un mouvement par lequel l'homme se projette en l'air, et retombe sur le sol, aussitôt que l'impulsion est détruite. Le mécanisme du saut repose entièrement sur la flexion préalable de toutes les articulations et sur leur extension subite. Lorsqu'un sauteur veut s'élancer, il s'abaisse en se pliant sur lui-même ; le pied se fléchit sur le dos des orteils, la jambe se fléchit en avant sur le pied détaché du sol par le talon ; la cuisse se fléchit aussi, mais en arrière, sur la jambe ; le tronc avec le bassin se fléchissent, en avant, sur la cuisse ; et même, lorsqu'il veut sauter de toutes ses forces, le tronc se fléchit sur lui-même comme le ferait un ressort. Dans ces préliminaires du saut, les membres inférieurs et le tronc figurent une suite de zigzags ou de leviers infléchis dans leurs articulations. Au moment de la projection du saut, toutes ces articulations s'étendent et s'ouvrent à la fois ; le pied comprimant alors brusquement le sol qui résiste, l'impulsion semble se réfléchir sur le corps et le projeter en l'air : comme le fait une verge élastique que l'on plie contre le sol et qu'on abandonne tout à coup à son élasticité.

Une course préparatoire augmente beaucoup l'étendue du saut en avant ; lorsqu'on prend son élan, le corps acquiert une force d'impulsion bien supérieure à celle qu'il aurait eue si l'on s'était élancé du sol, en partant d'une situation fixe.

Les bras influent aussi sur la production du saut et sur son étendue ; soit qu'ils fassent l'office d'ailes, soit que les muscles qui servent à les élever exercent en même temps sur le

tronc une traction en haut. La détente détermine, en effet, un mouvement ascensionnel capable de vaincre le poids du corps et de l'élever au-dessus de la terre.

La *course* est une marche précipitée entrecoupée de sauts. Il y a toujours dans la course un moment où le corps est projeté en haut et flotte librement dans l'air, circonstance qui la distingue de la marche rapide dans laquelle le pied qui reste en arrière n'abandonne le sol qu'au moment où le pied qui est en avant l'a touché.

Il est très-peu d'animaux plus favorablement construits que l'homme pour la course. Quelle vitesse est égale à celle du sauvage exercé qui poursuit et atteint le gibier dont il veut se nourrir et dont l'agilité est supérieure à celle du meilleur cheval ! Ces hommes respirent avec une grande célérité, jettent en arrière la tête et les épaules, n'appuient sur le sol que l'extrémité des pieds, et balancent leurs bras de manière à les tenir dans une opposition constante avec leurs jambes.

La *nage* de l'homme n'est qu'un saut horizontal sur l'eau, comme est la nage de la grenouille. Les membres supérieurs étant allongés en pointe au-devant de la tête, les inférieurs se raccourcissent d'abord, puis s'étendent brusquement, comme dans le saut sur la terre ; ils frappent ainsi l'eau fortement en arrière : cette eau cède sans doute beaucoup à cette impulsion : cependant elle ne cède ni assez vite ni assez pleinement, et une partie du mouvement est répercutée sur le corps. Les pieds sont tournés en dehors, pour que la surface par laquelle ils frappent l'eau soit plus grande. Les membres inférieurs, que le mouvement précédent avait écartés, se rapprochent pour ne pas contrarier l'impulsion en avant qu'ils ont donnée ; ils s'accolent l'un à l'autre en simulant l'arrière d'un bateau : alors les membres supérieurs s'écartent à leur tour et sont ramenés avec force sur les côtés du corps, en décrivant un rond et en frappant sur l'eau qui leur sert encore de point d'appui. Enfin une grande inspiration dilate la poitrine pour augmenter le volume du corps et le rendre spécifiquement plus léger, la tête est tenue élevée hors de l'eau.

La *nage* n'est pas naturelle à l'homme, elle exige de sa part

une étude ; son corps, en effet, n'a aucune des conditions d'hydrostatique que présente celui des animaux qui vivent dans l'eau, et, ainsi que nous venons de le décrire, il ne parvient à se maintenir sur ce liquide qu'à l'aide de mouvements qui ont le double objet de donner à son corps le plus de surface possible et de lui faire trouver un point d'appui suffisant sur l'eau.

La *sustentation* dépend du même mécanisme que la station ordinaire ; il y faut plus d'efforts à cause du fardeau qui, placé sur la tête, le cou ou les épaules, tend à affaisser les différentes brisures les unes sur les autres. Les grands chapeaux dont se couvrent les portefaix ont l'avantage de fixer la tête au dos, mécaniquement et par le poids même du fardeau, car ils constituent un arc-boutant courbe, depuis le front jusqu'aux épaules.

La *traction* s'effectue par le mécanisme suivant : le corps est dans l'extension, les pieds sont appuyés et solidement fixés au sol, les mains saisissent la masse à mouvoir ; tout à coup les diverses brisures du corps se fléchissent avec force, les deux extrémités tendent à se rapprocher, et celle qui n'est pas fixée au sol et qui tient le corps l'entraîne avec elle.

La force humaine peut être employée diversement, et la quantité de travail qu'elle développe n'est pas la même suivant : 1° que l'homme agit par son poids ; 2° qu'il tire en marchant ; 3° qu'il pousse avec les pieds ; 4° qu'il pousse ou qu'il tire avec les mains : horizontalement, verticalement, ou sans se déplacer.

Le plus grand effort que l'homme puisse produire correspond au soulèvement d'un poids placé entre ses jambes ; l'effort *maximum* peut aller à 200 et 300 kilogr. ; *en moyenne*, à 130 kilogr.

L'homme se fatigue en travaillant. Si l'on veut lui faire produire une trop grande quantité de travail, dans un temps donné, le travail de la journée sera court. Si, dans une journée, on exige trop de lui, la fatigue persistera dans les journées suivantes.

En général, un homme effectue une plus grande quantité

de travail, dans sa journée, quand il se repose de temps en temps, que lorsqu'il agit d'une manière continue.

Pour apprécier la grandeur du travail que l'homme peut effectuer, il faut tenir compte du chemin qu'il peut faire parcourir à l'objet de ses efforts.

S'il a une très-grande résistance à vaincre, il se fatiguera beaucoup en peu de temps, et ne déplacera l'objet que d'une petite quantité.

Si la résistance à vaincre est médiocre, il pourra, dans une journée, déplacer l'objet d'une quantité notable, et il en résultera une plus grande somme de travail.

L'homme ne doit donc exercer à chaque instant qu'une portion de l'effort *maximum* dont il est capable.

On a déterminé par des expériences comparatives :

1° La grandeur de la force que l'homme doit déployer ;

2° La vitesse avec laquelle doit être déplacé l'objet auquel s'applique cette force, et c'est ainsi qu'on a appris que, dans *la sonnette à tiraude*, un homme peut soulever un poids de vingt kilogrammes à un mètre de hauteur, à raison de vingt coups par minute et en travaillant ainsi trois ou quatre minutes sans se reposer.

Dans la manœuvre du *cabestan*, la pression exercée par chaque homme est de douze kilogrammes, avec une vitesse de plus de trois mètres par minute.

Dans la manœuvre d'une *manivelle* d'un rayon de trente-deux centimètres, la pression est de sept à huit kilogrammes, à raison de vingt à vingt-cinq tours par minute.

Le *maximum* de travail que l'homme peut fournir consiste dans l'élévation successive de son corps sur une roue à chevilles qui redescend sous son poids. Il peut réaliser ainsi, en huit heures, le travail représenté par l'élévation d'un poids de un kilogramme à deux cent soixante mille mètres de hauteur, ou d'un poids de deux cent soixante mille kilogrammes à un mètre de hauteur.

Organes producteurs des sons. — Voix.

La voix est une faculté intellectuelle et morale par laquelle l'homme traduit ses sentiments et ses pensées. Elle consiste dans la production de sons par le larynx ; mais cet organe où l'air vibre et résonne sur certaines parties dites *cordes vocales* n'est pas le seul qui prenne part à l'exercice de la voix. On doit, en effet, ajouter les poumons qui, comme le soufflet de l'orgue, chassent l'air à travers le larynx ; et le tuyau vocal (pharynx, bouches, fosses nasales), qui modulent et corroborent les sons.

Le larynx est une espèce de boîte cartilagineuse (pl. IV, fig. 6 et 7) suspendue à l'os hyoïde (*h*), mue par des muscles et formée, en avant et latéralement, par les cartilages *thyroïde* (*th*) et *cricoïdes*, en arrière par les cartilages *arythénoïdes* qui soutiennent les bords de la glotte, ouverture du larynx dans l'arrière-gorge. L'extrémité inférieure du larynx se continue par la trachée-artère. Cet appareil est d'un tissu élastique dont toutes les parties vibrent simultanément. Les cordes vocales (*cv*) sont des ligaments saillants qui transforment le calibre du larynx en une fente dirigée d'avant en arrière et que l'on nomme *glotte*. Cette ouverture peut être fermée par un petit corps qui la surmonte, nommé *épiglotte* (*ep*). On appelle *ventricules* du larynx l'espace compris entre les *cordes vocales* supérieure et inférieure d'un même côté.

Le larynx est situé à la partie antérieure du pharynx ; il présente, sous la peau, chez les sujets maigres, une saillie très-apparente à laquelle le vulgaire donne le nom de *pomme d'Adam*, et qui est formée par le cartilage thyroïde. La grandeur de cet organe varie selon les âges, mais, toutes proportions gardées, elle est plus considérable dans l'homme que dans la femme.

L'abaissement du larynx coïncide toujours avec le relâchement des cordes vocales et l'élargissement de la glotte. L'élévation du larynx coïncide avec la tension des cordes vocales et le resserrement de la glotte.

Le larynx est indispensable à la production de la voix. Un animal peut être privé de cette faculté, si on lui ouvre la trachée-artère ; car alors l'air, pouvant sortir à travers cette issue accidentelle, ne reçoit plus les vibrations qui lui auraient été imprimées dans le larynx : on la rétablit immédiatement en rapprochant les lèvres de la plaie.

Le larynx a été regardé par les physiologistes comme agissant, dans la production de la voix, de la même manière qu'un instrument à anche, dont les tons sont d'autant plus aigus que les lames sont plus raccourcies, et d'autant plus graves qu'elles sont plus longues. Si l'on prend le larynx d'un animal quelconque et qu'on y pousse de l'air, au moyen d'un soufflet, par la trachée-artère, en ayant soin de comprimer cet organe de manière que les lèvres de la glotte se touchent, à l'instant il se produira un son analogue à la voix de l'animal. Cette expérience, faite sur des larynx humains, a donné lieu à la production artificielle de la voix humaine. L'intensité du son, comme dans tous les instruments à vent, dépend, en partie, de la force du courant d'air ; aussi sont-ce les individus à large poitrine qui peuvent soutenir, le plus longtemps, la voix dans toute sa force.

Le mécanisme de l'appareil vocal consiste en : 1° l'élévation du larynx ; 2° l'abaissement du larynx ; 3° le rétrécissement de la glotte ; 4° l'élargissement de la glotte. Le son est produit par l'écoulement périodiquement variable de l'air à travers la glotte, et ce sont les variations qui déterminent la tonalité des sons de la voix.

L'étude de la voix de l'homme révèle l'art infini avec lequel est construit l'organe qui la produit. Nul instrument de musique n'est comparable à celui-là (car les orgues et les pianos, malgré toutes leurs ressources, sont imparfaits sous d'autres rapports).

Quelques-uns de ces instruments, comme les tuyaux à bouche, ne permettent pas de monter du *piano* au *forte* ; dans d'autres, comme dans tous ceux dont on joue par percussion, il n'y a pas moyen de soutenir le son. L'orgue a deux registres, celui des tuyaux à bouche et celui des tuyaux à anche :

sous ce point de vue, il ressemble à la voix humaine avec ses registres de poitrine et de fausset. Mais aucun de ces instruments ne réunit tous ces avantages comme la voix de l'homme.

Dans le larynx, les modifications du timbre résultent des conditions générales de l'organisme et de l'action de toutes les parties de l'appareil phonateur ; aussi l'intensité de la voix est-elle liée au volume du larynx. Mais c'est particulièrement dans l'ensemble du tuyau vocal qu'on trouve la cause de ces modifications.

Le pharynx, la bouche et les cavités nasales, en agissant plus ou moins séparément, ou en combinant leur action, donnent au son des timbres très-variés. Si le tuyau a une grande dimension, le son augmente de volume et devient lourd ou sombre. Le timbre est, au contraire, d'autant plus clair ou criard, que les dimensions du tuyau sont plus petites.

Dans les sons graves, les cordes vibrent dans toute leur longueur, l'air expiré sort par toute l'étendue de la glotte. A mesure que les sons *s'élèvent*, la glotte se resserre antérieurement, ses lèvres ne vibrent qu'en arrière.

Pour la production des sons *très-aigus*, les *cordes vocales* ne vibrent plus qu'à leur extrémité arythénoïdienne. — Le nerf laryngé qui anime le muscle arythénoïdien étant coupé, les sons aigus sont perdus. C'est surtout pendant l'expiration que se produit la voix, mais on peut arriver aussi à la produire dans l'inspiration.

Lorsque le son traverse les cavités nasales, il peut se présenter trois cas principaux :

Premier cas. La bouche étant fermée, si le son est poussé à travers les cavités nasales, celles-ci lui livrent passage sans qu'il puisse s'y arrêter et y retentir, et le timbre est très-légèrement nasonné.

Deuxième cas. Si l'écoulement du son peut se faire par la bouche, tandis que l'orifice extérieur des fosses nasales est fermé, le timbre devient extrêmement nasillard, si on dirige le son dans les cavités nasales, car il retentit dans toute leur étendue.

Troisième cas. Si on dirige le son dans ces mêmes cavités, pendant que la bouche et le nez sont ouverts, l'écoulement se fera à la fois par ces deux points, mais le son pourra retentir dans la partie postérieure des fosses nasales. Dans ce dernier cas, le timbre sera moins nasonné que dans le précédent, mais beaucoup plus que dans le premier. On voit, d'après cela, qu'il faut soigneusement distinguer le son qui s'écoule par ces cavités, du son qui y retentit. C'est dans cette distinction que se trouve l'explication de tous les phénomènes de la voix nasonnée.

La parole, dont l'homme seul est en possession, peut aussi s'appeler la voix articulée; elle est le produit des modifications que reçoit la colonne d'air, dans l'intérieur de la bouche, par les actions combinées du voile du palais, des joues, de la langue et des lèvres. Le plus grand degré du perfectionnement de la voix est la parole, ce sublime attribut qui a fait du genre humain une seule famille unie par l'intelligence.

SYSTÈME NERVEUX. — INDICATION DES PARTIES QUI LE CONSTITUENT ESSENTIELLEMENT. — FONCTIONS DU SYSTÈME NERVEUX. — NERFS MOTEURS ET SENSITIFS.

Système nerveux. — Indication des parties qui le constituent.

Les sensations font connaître à l'homme tout ce qui l'environne, et la faculté de les éprouver réside dans un appareil particulier appelé système nerveux. La sensation comprend en même temps l'impression faite sur nos organes par les corps extérieurs, la transmission de cette impression au cerveau par l'intermédiaire des nerfs, et enfin l'excitation particulière que le cerveau en reçoit lorsqu'elle y est arrivée.

Il existe dans toutes les parties du corps des espèces de cordons blancs et minces qui se ramifient dans les divers organes et vont se terminer par leur extrémité opposée au cerveau ou à la moelle épinière (pl. VII, fig. 1). Ces cordons sont appelés nerfs : ils servent à transmettre les sensations de l'organe qui

les reçoit au cerveau, qui est le siége de la sensation : c'est également par l'intermédiaire des nerfs que l'influence de la volonté se communique du cerveau aux muscles des différentes parties du corps.

Les anciens nommaient nerfs toutes les parties blanches du corps d'un animal, telles que les nerfs, les tendons et les ligaments ; mais, depuis Galien, le nom de nerfs a été uniquement réservé aux parties qui sont dans une dépendance, soit directe, soit indirecte, du centre nerveux cérébro-spinal.

Aussi, lorsqu'un ou plusieurs de ces nerfs se trouvent coupés, liés ou atrophiés, les organes auxquels ils se distribuent perdent la faculté de sentir et d'exécuter des mouvements volontaires, ou, en d'autres mots, sont *paralysés*. Il est également reconnu que les lésions du cerveau nous privent de la faculté de percevoir, quoique les organes ou les différents nerfs des sens soient dans un état d'intégrité parfaite.

Les nerfs sont d'une sensibilité extrême, et la moindre blessure de l'un d'eux occasionne une douleur vive ; il en est de même de la moelle épinière. Ces cordons blanchâtres se divisent et se subdivisent dans leur trajet ; ils sont composés de filaments, ou de petits filets très-fins dont l'une des extrémités tient à la moelle épinière ou à la moelle allongée et qui, par leur autre extrémité, se ramifient et se distribuent dans la texture des divers organes (pl. VII, fig. 1).

Les nerfs communiquent entre eux de mille manières, dans leur trajet. Quelquefois un simple filet s'unit à un autre, c'est ce qu'on appelle une anastomose ; d'autres fois une infinité de filets se réunissent et s'enlacent en forme de réseau ; c'est ce qu'on nomme un plexus, et quand ce plexus, plus dense et plus serré, au lieu d'un réseau, n'offre plus qu'une seule masse, on le nomme ganglion.

Centres nerveux.

Ces appareils de sensibilité offrent deux grandes dispositions générales : le système nerveux de la *vie organique*, le système nerveux de la *vie animale*.

Par le premier appareil, les organes de la nutritio sont

animés, sourdement et sans le secours de la volonté, de la sensibilité particulière qui leur est indispensable pour remplir leurs fonctions : c'est ainsi que les organes de la digestion, ceux de la circulation, ceux de la respiration, etc., sont constamment maintenus dans l'état d'excitation qui est la condition de la vie. C'est à l'aide de cette influence nerveuse que l'estomac digère, que le chyle est porté dans le torrent de la circulation, que le cœur se contracte, que l'air entre dans les poumons, qu'il se mêle au sang veineux, le vivifie, et qu'enfin le sang vivifié revient au cœur, dont les contractions le distribuent dans la structure des organes les plus déliés, en lui faisant parcourir des milliers de canaux presque imperceptibles.

Ce système nerveux est nommé système nerveux de la *vie organique* ou *grand sympathique*. Il est double, dans toute son étendue, et composé d'un nombre infini de filets nerveux qui se réunissent tous ensemble dans de petits renflements nerveux que l'on nomme ganglions. Ces ganglions et ces nerfs sont disposés et distribués le long de la partie antérieure de la colonne vertébrale, depuis la tête jusqu'au sacrum.

La masse du *grand sympathique* est en raison directe du nombre et du volume des organes de la vie organique. On l'a partagé pour l'étude en quatre régions :

1° Portion céphalique....	Ganglion sphéno-palatin. — ophthalmique — otique. — carotidien.
2° Portion cervicale.....	Ganglion cervical supérieur. — — moyen. — — inférieur. — nerfs cardiaques.
3° Portion thoracique....	11 ganglions. Nerf grand splanchnique. — petit splanchnique.
4° Portion abdominale ...	Plexus solaire. — diaphragmatique. — cœliaque. — hépatique. — splénique. — rénal. — mésentérique. — lombaire.

Les muscles qui reçoivent des filets du nerf grand sympathique se contractent d'une manière régulière et périodique, et ne sont pas soumis à l'influence de la volonté : tels sont le cœur et la tunique musculaires des intestins.

Le *système nerveux de la vie animale* consiste dans l'existence d'une masse nerveuse que l'on nomme encéphale, partagée en cerveau et en moelle épinière. De ce cerveau et de cette moelle épinière partent des troncs nerveux qui donnent naissance à des branches, lesquelles se divisent en rameaux qui, subdivisés en ramuscules, vont, sous les formes les plus déliées, se ramifier sur les organes et pénétrer dans leur tissu.

L'encéphale est logé dans la cavité du crâne et dans le canal qui règne dans toute la longueur de la colonne vertébrale *v* (pl. VII, fig. 2).

La partie supérieure de l'encéphale est formée par le *cerveau*, viscère très-volumineux et de forme ovalaire qui remplit la partie moyenne de l'intérieur du crâne et qui est divisé, sur la ligne médiane, par un sillon très-profond, en deux moitiés appelées *hémisphères du cerveau* (pl. VII, fig. 1).

Chacun de ces hémisphères, divisé à son tour en trois lobes, présente à sa surface un grand nombre de sillons et de saillies contournées sur elles-mêmes, comme les intestins, et appelées circonvolutions du cerveau, *c*, *c* (pl. VII, fig. 2). Enfin, on trouve dans leur intérieur des cavités nommées *ventricules* (pl. VII, fig. 7, *soulevez le lambeau*), et on distingue dans la substance dont ils sont composés deux matières : l'une blanche, qui en occupe l'intérieur, et l'autre de couleur grise, qui en forme la superficie.

En arrière et au-dessous du cerveau se trouve une autre masse nerveuse bien moins grosse, mais de structure analogue, qu'on appelle *cervelet*, *c'* (pl. VII, fig. 1 et 7). C'est de ces deux organes que naît la *moelle épinière*, *m* (pl. VII, fig. 2, *lambeau*), qui a la forme d'une grosse corde blanchâtre étendue de l'intérieur du crâne jusque vers la partie inférieure du canal dont la colonne vertébrale est creusée.

Chaque lambeau de la figure 2 de la planche VII représente un hémisphère dans ses rapports avec le crâne. Le lambeau

le moins profondément placé représente une coupe du cerveau dans l'épaisseur de ses circonvolutions ; une coupe du cervelet, la glande pinéale, et l'origine de la moelle épinière. Le lambeau extérieur représente l'ensemble du système cérébro-spinal vu de profil (côté droit), et dans ses rapports naturels avec les parois du crâne et du canal vertébral : circonvolutions cérébrales du lobe antérieur du cerveau, lobe moyen, lobe droit du cervelet, protubérance annulaire, partie latérale droite de la moelle épinière, vulgairement nommée queue de cheval, nerfs sacrés renfermés dans le canal de l'os sacrum. Ce même lambeau, vu en dedans, représente une coupe du cerveau, du cervelet et de la protubérance faite sur la ligne médiane : commissure cérébrale ou corps calleux, large bande de substance médullaire qui réunit les deux hémisphères, au milieu de la masse nerveuse du cervelet, protubérance annulaire, glande pinéale, presque entièrement isolée du cerveau, auquel elle ne tient que par deux petits cordons de substance nerveuse ; c'est dans ce corps que Descartes plaçait le siége de l'âme.

La figure 1 de la planche VII représente la face antérieure du système cérébro-spinal et l'origine de tous les nerfs qui naissent soit du cerveau, soit de la moelle épinière. Ici, les nerfs de la moelle épinière sont coupés au delà de l'endroit où leurs racines antérieures et postérieures se réunissent. Les parties indiquées dans cette figure sont : *c* le cerveau, *c'* le cervelet, *m* la moelle épinière, *p*, *b* le plexus brachial qui fournit les troncs nerveux qui se distribuent dans l'épaule et le bras, *p*, *s* le plexus sciatique dont les divisions se rendent dans la cuisse et la jambe.

Ainsi que je l'ai indiqué plus haut, une multitude de nerfs sortent de la base du cerveau et des côtés de la moelle épinière et vont se ramifier dans les parties extrêmes du corps. On en compte quarante-trois paires, dont les douze premières naissent dans l'intérieur du crâne, et trente et une sortent de chaque côté de la colonne vertébrale. Ces dernières naissent toutes sur les côtés de la moelle par deux racines. Ils donnent, à droite et à gauche, naissance :

1° Au *plexus brachial* d'où naissent les nerfs : brachial cutané interne, musculo-cutané, médius, cubital, radial;

2° Au *plexus lombaire* d'où naissent les nerfs : crural, obturateur, lombo-sacré;

3° Au *plexus sacré* d'où naissent les nerfs : grand-sciatique, poplité-externe, saphène, tibial.

Quant aux douze premières paires, elles sont désignées par les noms suivants :

Première : Nerf olfactif, 1 (pl. VII, fig. 1).
Deuxième : Nerfs optiques, 2 (*id.*).
Troisième : Nerfs moteurs oculaires communs, 3 (*id.*).
Quatrième : Nerfs pathétiques, 4 (*id.*).
Cinquième : Nerfs trijumeaux, 5 (*id.*).
Sixième : Nerfs moteurs oculaires externes, 6 (*id.*).
Septième : Nerfs faciaux, 7 (*id.*).
Huitième : Nerfs auditifs, 8 (*id.*).
Neuvième : Nerfs glosso-pharyngiens, 9 (*id.*).
Dixième : Nerfs pneumo-gastriques, 10 (*id.*).
Onzième : Nerfs hypoglosses, 11 (*id.*).
Douzième : Nerfs spinaux, 12 (*id.*).

Le cerveau est nourri par des vaisseaux sanguins qui s'y distribuent en canaux aussi déliés que nombreux. Ces vaisseaux ne pénètrent point immédiatement dans sa substance. Les artères qui y entrent et les veines qui en sortent présentent à sa surface un lacis de vaisseaux capillaires qui forme au cerveau une première enveloppe nommée *pie-mère*.

Si l'on estime l'importance d'un organe par les soins qu'a pris le Créateur pour le mettre à l'abri des lésions, nul ne paraîtra plus essentiel que le cerveau. Recouvert ainsi par la *pie-mère*, cet organe est lubrifié par la sérosité que sécrète l'*arachnoïde*, véritable membrane séreuse qui tapisse la totalité des organes nerveux contenus dans le crâne, se réfléchit sur elle-même, et enveloppe le cerveau sans le contenir.

La consistance du cerveau est si délicate, que le moindre choc, en ébranlant ses parties, eût pu troubler leur action; aussi la nature a-t-elle pris le soin de le protéger par une

troisième membrane, appelée *dure-mère*, qui se moule exactement sur ses parties, les force, par sa résistance, à conserver leur forme propre, et empêche leur contact immédiat et leur affaissement.

Mais rien n'est plus propre à protéger l'encéphale que la boîte osseuse dans laquelle il est contenu (pl. VII, fig. 2). Le crâne, en effet, par son épaisseur, sa forme arrondie et ses nombreuses articulations, est capable de résister à de grands efforts. Un choc reçu par une partie quelconque de cette voûte vient se briser, en rayonnant, dans les sutures qui unissent les os nombreux concourant à sa formation.

Le crâne se dilate en proportion du développement du cerveau, et revient sur lui-même par suite de la diminution du volume de cet organe. — Georges III, roi d'Angleterre, a offert un remarquable exemple de ce retrait du crâne : sa tête avait été moulée, pendant sa jeunesse et avant 1787, époque de son premier acte de folie; en 1820, il mourut; sa tête, de nouveau moulée, présenta une diminution notable de l'angle frontal. M. Fossati possédait ces deux bustes.

Les os du crâne sont recouverts par la peau qui, à la tête, a reçu le nom de *cuir chevelu*, non-seulement parce qu'elle est garnie de cheveux, nouveaux moyens protecteurs, mais encore parce qu'elle est plus dense et plus résistante que dans le reste du corps. Les cheveux, étant mauvais conducteurs du fluide électrique, mettent la tête dans une espèce d'isolement, d'où il résulte que le cerveau reçoit une influence moins marquée de la part de ce fluide.

Nous avons vu, en traitant la mécanique animale, de quelles merveilleuses précautions avait été entourée la structure du crâne et de la colonne vertébrale; ces notions trouvent ici une application directe. Il est très-rare de voir une lésion de la moelle épinière; ce qui prouve que la nature a mis pour la protéger au moins autant de sollicitude que pour défendre le cerveau.

Cette prévoyance était, en effet, d'autant plus nécessaire, que la texture délicate de la moelle épinière ne pourrait recevoir ni le plus petit ébranlement, ni la moindre compression,

sans que ses fonctions en fussent tout à coup troublées. Outre les os nombreux dont se compose la colonne vertébrale, *v*, *v'* *v''* (pl. VII, fig. 2), plusieurs couches musculaires la recouvrent encore; leur épaisseur prévient l'effet des violences extérieures, qui est presque toujours funeste.

Fonctions du système nerveux

On sait maintenant que non-seulement le cerveau est le siége principal des mouvements et des perceptions, mais encore qu'il est l'organe exclusif des manifestations de l'intelligence. L'homme auquel on enlève un membre ne perd rien de sa force intellectuelle ; la moelle épinière elle-même peut être lésée jusqu'au voisinage du crâne, sans que les facultés de l'âme soient abolies.

L'organe du moral est le cerveau ; les actes intellectuels et moraux sont liés à l'organisation, et *sont servis par elle.*

Notre sentiment intime nous fait rapporter à la tête le lieu où se produisent la plupart de nos actes intellectuels et moraux; c'est là qu'on rapporte la fatigue qui suit un emploi trop prolongé des facultés de l'esprit : l'intégrité du cerveau est nécessaire à leurs manifestations. De nombreuses observations de maladies, et des expériences sur les animaux, ont mille fois prouvé cette proposition. L'altération de toute autre partie du corps, même des parties principales, de la moelle épinière, par exemple, laisse souvent le moral intact. Si quelquefois le contraire arrive, et qu'il survienne du délire, à l'occasion de l'inflammation du poumon, de l'estomac, de l'intestin, cela s'explique par les réactions sympathiques des organes lésés sur le cerveau.

Quelques auteurs ont placé le siége du *sentiment* ou des *facultés affectives* dans certains organes de la vie intérieure. Bichat a indiqué le système nerveux organique, en se fondant sur les trois considérations suivantes ;

1° Sur ce que c'est aux divers organes intérieurs et plus particulièrement à la région épigastrique, que nous rapportons le sentiment qui accompagne une passion;

2° Sur ce que les premiers effets des passions, au lieu de porter sur le cerveau, comme ceux du travail intellectuel, portent sur les organes de la vie intérieure : ainsi, sous l'influence de ces émotions morales, le cœur presse, ralentit et suspend ses battements ; la respiration devient haletante, entrecoupée; la digestion se suspend ou est troublée par des vomissements ; la peau se couvre d'une sueur glacée, etc., etc. ;

3° Sur ce que le geste et le langage rapportent également les passions à ces organes de la vie intérieure : ainsi la main se porte sur la région précordiale. Les anciens avaient déjà eu cette idée, puisqu'ils avaient placé le siége des passions dans le *centre épigastrique*.

Entre autres objections faites à ce système, on a dit que placer le siége des passions dans les organes de la vie intérieure, parce que ceux-ci sont modifiés par elle, c'est prendre l'effet pour la cause. En effet, les jambes manquent dans la peur; devra-t-on rapporter la peur à cette partie du corps?

On a cherché à expliquer toutes nos sensations par des vibrations dans la substance médullaire des nerfs et du cerveau. Cette explication mériterait de tenir une place dans la saine philosophie, si l'on avait jamais pu établir par des expériences directes que cette substance éprouve des vibrations ou qu'elle est susceptible d'en éprouver. On s'est servi de ces vibrations imaginaires pour expliquer toutes nos sensations, quoiqu'on n'ait jamais pu établir une relation entre la diversité des unes et celle des autres.

Les rayons lumineux produisent une impression sur le nerf optique, mais ils n'en produisent aucune sur les nerfs acoustiques ou olfactifs; les émanations odorantes des corps font une impression sur les nerfs olfactifs, mais elles n'en font aucune sur les nerfs optiques ou acoustiques. Les vibrations de l'air agissent sur les nerfs acoustiques, mais elles laissent insensibles les nerfs optiques et olfactifs.

Le galvanisme est l'un des plus puissants excitants du système nerveux. La manière dont se conduit cet agent offre même des traits d'analogie si frappants avec la manière dont se conduit l'agent nerveux, que quelques physiologistes ont cru

pouvoir en conclure l'identité de ces deux agents. Mais cette identité est loin d'être prouvée.

Avant d'énumérer les principales conditions de l'action nerveuse, nous devons dire qu'on ne sait rien du mode et du mécanisme de cette action. Les esprits animaux ont depuis longtemps perdu leur vogue. Le fluide nerveux n'est qu'une conjecture qui s'accommode plus ou moins aux faits, et l'analogie avec le fluide galvanique, quelque frappante qu'elle soit, n'est pourtant encore qu'une analogie.

Les anciens supposaient que les fibres nerveuses sont de petits tubes remplis d'une vapeur très-subtile à laquelle ils donnaient le nom d'*esprits animaux*; que le cerveau est une glande qui sécrète ces esprits de la partie la plus déliée du sang, et répare continuellement l'énorme consommation qui s'en fait; qu'enfin c'est par le moyen de ces esprits animaux que les nerfs remplissent leurs fonctions.

Descartes nous les montre parcourant sans cesse les canaux qu'ils se sont assignés, et produisant non-seulement les mouvements musculaires, mais la perception, la mémoire et l'imagination. Il a décrit leurs voyages et leurs opérations avec la même précision et le même détail que s'il en avait été le témoin oculaire.

Malheureusement, jamais œil humain n'a aperçu la structure tubulaire des nerfs, jamais les injections les plus fines n'ont pu la rendre sensible, et il se trouve que toutes les merveilles qu'on a racontées des esprits animaux, pendant plus de quinze siècles, n'étaient que de pures conjectures.

M. Helmholtz, professeur de physiologie à Kœnigsberg, s'est occupé de déterminer la vitesse de propagation de l'agent nerveux dans les nerfs rachidiens. Il a trouvé qu'il faut à l'irritation nerveuse, pour arriver du plexus sciatique au muscle gastrocnémien d'une grenouille, par exemple, un espace de temps qu'il a évalué à 43 mètres par seconde : il a constaté, en outre, qu'à des températures basses correspondaient de moindres vitesses de propagation de l'agent nerveux. Ces expériences constatent, pour la transmission de l'action nerveuse, une vitesse infiniment plus lente que celle de la lumière qui

est de 312,000 kilomètres par seconde et plus lente encore que celle de l'électricité qui est de 460,000 kilomètres, dans le même espace de temps.

Nerfs moteurs et sensitifs.

Parmi les nerfs qui naissent de la moelle épinière, il en est un certain nombre qui ne servent qu'à la transmission des impressions, d'autres qui sont destinés uniquement à déterminer, sous l'influence de la volonté, des contractions musculaires.

Dans le point où ces nerfs sortent de la moelle épinière, ces deux espèces de fibres sont encore séparées et constituent deux racines distinctes, l'une située au-devant de l'autre (pl. VII, fig. 1 et 8) :

La racine antérieure sert aux mouvements ;

La racine postérieure, à la sensibilité.

Aussi, lorsqu'on coupe, sur un animal vivant, les racines antérieures de tous ces nerfs, il ne peut plus se mouvoir, mais conserve la sensibilité ; tandis que c'est le contraire qui a lieu, si l'on coupe les racines postérieures, sans blesser les racines antérieures. Charles Bell eut le premier l'ingénieuse pensée que les racines postérieures des nerfs rachidiens, celles qui sont pourvues d'un ganglion, président au sentiment seul que les racines antérieures sont destinées au mouvement, et que les filets primitifs de ces racines, après s'être réunis en un cordon nerveux, se mêlent ensemble pour subvenir aux besoins de la peau et des muscles. Il développa cette idée dans un petit ouvrage qui n'était point destiné à sortir du cercle de ses amis. Onze ans plus tard, M. Magendie présenta la même théorie. Le mérite lui appartient de l'avoir introduite dans la physiologie expérimentale. Voici la manière dont ces deux savants physiologistes ont cherché à la démontrer : Que l'on coupe, sur la même grenouille, du côté gauche les trois racines postérieures, et du côté droit les trois racines antérieures des nerfs destinés aux pattes de derrière, on trouve que le sentiment est aboli dans la patte gauche, et le mouve-

ment dans la patte droite. Si l'on coupe alors le bout de la patte droite, qui conserve le sentiment et a perdu le mouvement, l'animal témoigne une vive douleur, dans toutes les parties de son corps, par les mouvements qu'il exécute ; mais il lui est impossible de remuer la patte droite, bien que la douleur s'y fasse sentir également ; si l'on coupe le bout de la patte gauche, qui est mobile encore, mais insensible, l'animal ne ressent rien. Cette expérience est, sans contredit, la plus frappante de toutes, et elle donne un résultat complet, décisif, absolu.

La distinction dont nous venons de parler permet de comprendre, mieux qu'on ne l'avait fait, les phénomènes compliqués de l'état léthargique. Si, en effet, les racines antérieures (*locomotrices*) des nerfs rachidiens, si les nerfs moteurs de la langue, les nerfs moteurs des yeux, les nerfs moteurs de la face sont seuls affectés et privés de leur fonction physiologique spéciale, la locomotion, il pourra arriver que le léthargique ait, par l'intégrité des *nerfs sensibles*, la conscience de ce qui se passera autour de lui, mais qu'il soit dans l'impossibilité d'exprimer ses sensations ; puisque ni ses membres, ni ses yeux, ni sa langue, ni aucune autre partie de son corps régie par les nerfs locomoteurs ne peuvent être remués. Dans cet horrible état, il pourra voir et entendre les préparatifs de ses funérailles, se sentir descendre dans la tombe et s'y entendre renfermer, sans pouvoir donner aucun signe de la vie qui ne l'a pas encore abandonné et qui persistera, longtemps peut-être, après qu'il aura été inhumé.

Rapports du cerveau et des manifestations intellectuelles.

C'est sur la considération de la masse et du volume du cerveau que reposent plusieurs moyens par lesquels on a cherché à juger, *à priori*, du degré d'intelligence des divers hommes et des aptitudes instinctives des animaux.

Ainsi, chez un *idiot*, au lieu de cinquante-un centimètres de circonférence qu'a le cerveau d'un homme adulte et sain, on ne trouvera que quarante centimètres de circonférence. Si

le moral varie dans un même individu selon son âge, l'état de veille ou de sommeil, de santé ou de maladie, c'est que le cerveau est lui-même différent dans chacun de ces états. Les animaux ont tous une psychologie particulière, et, comme le prouve l'anatomie comparée, leur cerveau a une structure spéciale, un développement particulier.

Nous avons déjà fait remarquer (page 191) que, des deux parties qui composent la tête, le crâne est, ordinairement, en raison du volume du cerveau et la face en raison du développement des organes du goût et de l'odorat; comme ces deux sens sont les plus exclusivement consacrés à des besoins physiques et étrangers à l'intelligence, on a supposé que la proportion respective de ces deux parties, le crâne et la face, pouvait servir à préjuger le degré d'intelligence des animaux : l'intelligence étant plus grande là où il y aurait un grand crâne et une petite face. C'est à faire connaître cette proportion respective que tendent les trois moyens dont nous allons parler.

1° L'*angle facial* de Camper. Il est formé, d'une part, par une ligne verticale conduite des dents incisives supérieures au point le plus élevé du front, et, de l'autre, par une ligne horizontale conduite de ces mêmes dents incisives supérieures à la base du crâne, en passant au niveau du conduit auditif externe. L'homme est de tous les animaux celui qui a cet angle le plus grand : il est de 80 degrés chez l'Européen de 70 degrés chez le Mongol, de 70 degrés chez le nègre; il n'est que de 60 degrés chez l'orang-outang.

Lavater a dressé une échelle des animaux sous le rapport de l'angle facial, depuis la grenouille, où la ligne faciale est très-inclinée, jusqu'à l'Apollon du Belvédère qui a cette ligne tout à fait droite.

2° L'*angle occipital* de Daubenton. Il est formé, d'une part, par une ligne horizontale tirée du bord inférieur de l'orbite au bord postérieur du grand trou occipital, et, de l'autre, par une ligne verticale tirée du sommet de la tête à l'intervalle des condyles de l'occipital. Il n'est, chez aucun animal, plus

grand que chez l'homme, et cela parce que le trou occipital, chez ce dernier, est situé tout à fait horizontalement. Chez les animaux où le trou occipital se recule de plus en plus et finit par être situé tout à fait en arrière, à l'opposite de la gueule, cet angle devient, au contraire, de plus en plus aigu.

3° *L'aire du crâne.* Cuvier compare l'*aire du crâne* à celle de la face et trouve que chez l'Européen elle est quadruple de celle de la face : dans le Kalmouk, l'aire de la face a déjà augmenté d'un dixième ; dans le nègre, l'augmentation est d'un cinquième; dans les sapajous, de moitié, dans les mandrills, les deux aires sont égales; dans le lièvre, l'aire de la face est déjà plus grande du tiers ; dans les ruminants, du double; dans le cheval, elle est quadruplé, etc.

Selon Desmoulins, le nombre et la perfection des facultés intellectuelles, dans la série des espèces et dans les individus de la même espèce, sont en proportion de l'étendue des surfaces cérébrales et, par conséquent, du plissement de la membrane des hémisphères du cerveau.

Selon Gall, le cerveau n'est pas un organe unique, mais un groupe de plusieurs organes qui sont affectés chacun à la production d'un acte moral spécial. Cet auteur a donné pour base à son système les considérations suivantes :

1° Dans la série des animaux, telle psychologie correspond constamment à la structure du cerveau ;

2° Chaque sens externe a son système nerveux propre. Les facultés intellectuelles et morales sont multiples, chacune conséquemment doit avoir son organe spécial.

3° Dans les divers hommes on observe beaucoup de variétés psychologiques; ces différences résident non pas dans des différences de la forme générale du cerveau, qui est la même, à peu de chose près, mais dans des différences qui portent sur des parties isolées de cet organe ;

4° Dans un même homme, jamais les facultés intellectuelles et affectives n'ont toutes le même degré d'activité; tandis que l'une prédomine, une autre peut être faible; ce qui s'explique bien par le volume et l'activité plus ou moins grande de la portion du cerveau qui préside à ces fonctions;

5° Lorsqu'on est fatigué par un genre d'occupation, on peut encore se livrer à un autre, et souvent on se procure ainsi du délassement;

6° Souvent la folie, l'idiotie même ne sont relatives qu'à un seul genre d'idées;

7° Enfin, on a vu souvent une plaie, une lésion physique du cerveau ne modifier qu'une faculté, en laissant intactes toutes les autres.

Dans la recherche de ces organes spéciaux affectés à telle ou telle faculté, Gall a accordé une attention exclusive aux occupations favorites, aux vocations diverses qui font dire d'un homme qu'il est né *poëte*, *musicien*, *mathématicien*, etc. Il s'est attaché surtout aux personnes qui sont, comme il le dit, *génies* sur un point, aux *fous monomanes*, par exemple. Il a étudié aussi les animaux, en opposant surtout ceux qui ont une faculté à ceux qui ne l'ont pas, afin de voir s'il n'existe pas dans le cerveau des premiers une partie qui manque dans celui des seconds, etc.

Il prétendait reconnaître et distinguer, dans chaque personne, les différents organes cérébraux auxquels sont attachés ses facultés et ses penchants particuliers.

Suivant lui, l'organe d'une faculté ou d'un penchant prédominant étant plus exercé que les organes des autres facultés ou penchants, acquiert, par cela même, un volume relativement plus considérable. Cette augmentation de volume s'imprimerait sur la partie correspondante de la face interne du crâne, et y produirait un enfoncement proportionnel; cet enfoncement se prononcerait, à son tour, sur la face externe, par une saillie ou *bosse* qui en retracerait parfaitement les dimensions.

Suivant cette doctrine, pour assigner le lieu qu'occupe chaque organe dans le cerveau, il n'y aurait plus qu'à reconnaître, par un grand nombre d'observations, les saillies ou protubérances qui existent sur le crâne des divers individus, et à déterminer à quelles facultés ou à quels penchants chacune de ces protubérances correspond invariablement.

Voici les siéges que ce physiologiste a assignés aux facultés établies par lui : l'*amour maternel*, l'*amitié* et la défense *de soi-même*, aux parties postérieures du cerveau ; les *instincts* du *meurtre*, de la *ruse*, de la *propriété*, de la *vanité*, de la *circonspection*, de la *poésie* aux parties latérales ; l'*instinct* de l'*éducabilité*, les *sens* des *localités*, des *personnes*, des *mots*, du *coloris*, des *tons*, des *nombres*, les *facultés* du *langage* et de la *mécanique*, celles de la *sagacité comparative*, de l'*esprit métaphysique*, de l'*esprit* de *saillie* aux parties antérieures, à celles qui répondent au front ; enfin, les *sentiments* de l'*orgueil*, du *sens moral*, de l'*imitation*, de l'*instinct religieux* et de la *fermeté* aux parties supérieures du cerveau, à celles qui aboutissent au vertex.

Pour qu'un pareil système fût admissible, il faudrait :

1° Qu'un des éléments de l'activité d'une fonction fût le développement de son organe ;

2° Que les organes cérébraux aboutissent et s'isolassent à la périphérie ;

3° Qu'enfin le crâne représentât fidèlement cette périphérie du cerveau, car ce n'est qu'à travers cette enveloppe osseuse et les téguments que Gall apprécie l'état du cerveau. Or, toutes ces proportions ne sont vraies que jusqu'à un certain point.

Beaucoup de travaux récents, parmi lesquels nous devons mentionner les recherches savantes de M. le docteur Lélut, ont mis à néant les prétentions exagérées de l'*organologie phrénologique*.

Ni le docteur Gall, pendant sa vie, ni ses élèves, depuis sa mort, n'ont répondu aux objections sérieuses qui ont été élevées contre la *phrénologie*, et que nous allons reproduire ici :

1° La division physiologique du docteur Gall, relative aux fonctions purement intellectuelles, comme toutes les divisions du même genre, se rapporte à une division psychologique tout à fait arbitraire, souvent nominale, et qui n'est appuyée que sur des conjectures et des raisonnements plus ou moins vagues; seulement il admet beaucoup plus de facultés que ses devanciers. On serait tenté de demander à cet anatomiste si la multitude de ces organes a été imaginée pour expliquer le grand nombre de facultés qu'il admet; ou si, au contraire, il

ne s'est pas vu forcé de multiplier les facultés, par des décompositions hypothétiques, pour les accommoder au grand nombre de protubérances qu'il croyait avoir trouvées sur le crâne, et qui étaient pour lui autant d'indices d'organes cérébraux distincts.

2° La division des penchants, des passions et des simples aptitudes, juste à beaucoup d'égards, est également arbitraire sous beaucoup de rapports ; elle admet des subdivisions et des décompositions qui n'existent que dans le langage et sont purement conventionnelles ; elle en établit d'autres qui ne sont qu'accidentelles et dépendent uniquement de circonstances locales ou individuelles. Elle ne se prête donc pas plus que la division des facultés intellectuelles à une division physiologique fixe et invariable.

3° Il n'est pas prouvé d'une manière certaine que le volume du cerveau et de ses différentes parties soit en raison de l'activité plus grande de la totalité ou d'une partie des facultés intellectuelles. C'est, par conséquent, une mesure peu fidèle et très-contestable de l'énergie de ces mêmes facultés.

4° En admettant l'augmentation du volume des différentes parties du cerveau, proportionnellement à l'énergie des facultés intellectuelles supposées correspondantes, il est loin d'être prouvé que ces augmentations partielles soient assez considérables pour produire un enfoncement sensible dans la *table interne* du crâne ; et, cet enfoncement eût-il lieu, la substance diploïque qui se trouve interposée entre cette *table* et la *table externe* du crâne empêcherait cet enfoncement de se produire, au dehors, par une *bosse* qui la traduisît parfaitement. Ajoutons que la couche d'eau qui existe dans la duplicature de la membrane arachnoïde, non-seulement dans le crâne, mais encore le long de la colonne vertébrale, opposerait à cette impression du cerveau sur la face intérieure du crâne une difficulté de plus.

5° En supposant même qu'il y eût dans le cerveau des parties assez développées pour se prononcer au dehors par des saillies ou protubérances placées à la face externe du crâne, on devrait en retrouver quelques traces sur le cerveau lui-

même, après la mort. Or, jusqu'à présent, l'examen le plus attentif de cet organe n'a rien offert de semblable.

6° Enfin, en admettant, avec le docteur Gall, que les passions, les penchants et les aptitudes correspondent avec certaines dispositions organiques, ce qui est au moins très-probable, il n'est pas prouvé que ces dispositions organiques soient toutes placées dans le cerveau et que le reste de l'économie n'en recèle aucune autre.

Nous ne nions pas que le docteur Gall, en reprenant, de nos jours, les idées émises longtemps avant lui, ne leur ait donné des développements et une extension qui lui ont coûté beaucoup de temps et de recherches, et qui ont contribué à faire mieux connaître la structure du cerveau. Mais nous ne pouvons considérer comme un progrès scientifique le système qui a fait dépendre de siéges ou d'organes cérébraux particuliers, non-seulement les diverses facultés intellectuelles, mais encore toutes les passions, tous les penchants, toutes les dispositions morales et même industrielles qui peuvent se rencontrer chez les divers individus.

Quand on songe à l'engouement qu'a fait naître dans le *monde des salons* la doctrine du docteur Gall; quand on se rappelle ces prétentions extravagantes que n'ont déroutées ni les échecs, ni les démentis, ni les déceptions, et qui, ne craignant pas de s'élever contre la puissance créatrice elle-même, s'attaquent à sa grandeur, en l'accusant de stérilité dans ses plans et dans ses moyens, on ne peut qu'applaudir aux efforts entés, dans ces derniers temps, par les esprits vraiment philosophiques, pour effacer de la physiologie du cerveau jusqu'aux dernières traces d'un système aussi aventureux.

Le jour où l'on voudra ne chercher dans les faits que ce qu'ils portent avec eux, et n'y voir que la vérité dont ils sont l'expression, on en finira de cette tentative déplorable faite par Gall, pour rattacher les facultés de l'esprit à certains siéges ou organes cérébraux distincts. Cette doctrine, qui aura passé dans la science avec un peu plus de fracas que celles qui l'ont précédée, n'en aura pas moins la destinée réservée à toutes les idées fausses, et disparaîtra, comme elles et pour les

mêmes causes : c'est que, d'une part, elle se rapporte à des divisions psychologiques arbitraires, purement nominales ; et que, d'une autre part, elle n'est pas fondée, quoi qu'on en dise, sur des observations positives.

ORGANES DES SENS. — TOUCHER. STRUCTURE DE LA PEAU. — ORGANES DU GOUT ET DE L'ODORAT.

Organes des sens.

Les impressions arrivent au cerveau par l'intermédiaire des nerfs des organes des sens ; nous ne percevons les objets extérieurs qu'au moyen de ces organes : ainsi, nous ne pouvons voir sans yeux, ni entendre sans oreilles. Non-seulement ces organes nous sont nécessaires, mais il faut encore qu'ils soient sains et dans leur état naturel. En effet, plusieurs maladies des yeux produisent une cécité absolue ; d'autres affaiblissent la vision, sans la détruire tout à fait ; et l'on peut en dire autant des organes des autres sens.

De toutes les opérations de l'esprit, a dit un philosophe, la perception des objets extérieurs est celle qui se répète le plus souvent.

Les sens atteignent toute leur perfection, même dans l'enfance, quand nos autres facultés ne sont pas encore éveillées. Ils nous sont communs avec les animaux, et nous présentent les objets sur lesquels s'exercent le plus fréquemment nos autres facultés.

Dans la perception, les objets extérieurs font sur les organes des sens, sur les nerfs et sur le cerveau, des impressions qui, en vertu des lois de notre nature, sont suivies de certaines opérations de l'esprit. On est sujet à confondre ces deux choses ; mais elles doivent être soigneusement distinguées.

Nous ne percevons les objets extérieurs qu'au moyen de certains organes corporels que la Divinité nous a donnés pour cette fin. L'Être suprême, de qui nous tenons l'existence, et qui nous a placés au milieu de ce monde, nous a pourvus de

facultés convenables à la situation et au rang qu'il nous assignait dans la création.

Nous avons cinq sens, et les sensations de chacun d'eux n'ont rien de commun entre elles. Il n'y en a aucun qui ne nous procure un très-grand nombre de sensations qui diffèrent non-seulement en degrés, mais encore en nature. Combien d'espèces de saveurs et d'odeurs, toutes susceptibles de tous les degrés, depuis le plus fort jusqu'au plus faible ! Il en est de même du chaud et du froid, de la sécheresse et de l'humidité, de la rudesse et du poli, de la dureté et de la mollesse, caractères que saisit et perçoit le toucher, qui nous fait connaître les qualités palpables des corps : les sons sont graves et aigus, sourds et éclatants, avec les mêmes différences de degrés. Enfin, il y a bien plus de couleurs que nous n'avons de termes pour les nommer.

Pour percevoir un objet, il faut qu'une impression ait été faite sur un organe, ou par l'application immédiate de l'objet, ou par quelque milieu placé entre l'organe et lui.

Dans trois de nos sens, le toucher, le goût et l'odorat, le contact du corps qui produit la sensation avec l'organe sentant est nécessaire ; dans les deux autres, l'objet est perçu à distance, mais au moyen d'un milieu qui fait impression sur l'organe.

Les vibrations de l'air sont le milieu de l'ouïe, et les rayons lumineux renvoyés des objets à l'œil sont le milieu de la vue. Tout objet qui ne dirige ou ne réfléchit point vers l'œil quelque rayon lumineux est invisible pour nous. Nous n'entendons aucun son, à moins que les vibrations de quelque milieu élastique, excitées par celles des corps sonores, ne viennent frapper notre oreille. Nous ne sentons aucune odeur, à moins que les émanations des corps odorants ne s'introduisent dans nos narines. Nous ne percevons aucune saveur que par l'application du corps savoureux à la langue ou à quelque partie de l'organe du goût; et enfin nous ne percevons les qualités tangibles de la matière, qu'en la touchant avec la main ou par quelque autre partie de notre corps.

Les organes des sens sont au nombre de cinq : le toucher, le goût, l'odorat, la vue et l'ouïe. Leurs caractères communs

sont d'être tous placés à la périphérie du corps, d'être symétriques, d'être formés de deux parties principales : l'une nerveuse, qui développe l'impression; l'autre placée au-devant de la première, et destinée à recevoir l'impression du corps extérieur.

Les sens sont régis par la volonté, qui peut les dérober à l'action des corps extérieurs. Ils peuvent s'exercer de deux manières : ou *passivement*, quand l'organe, par le fait seul de sa situation à la périphérie du corps, et indépendamment de la volonté, est impressionné par les corps extérieurs; ou *activement*, quand cet organe, mû par la volonté et excité par elle, va comme au-devant du corps pour en recevoir l'impression. Les sens sont perfectibles par l'éducation.

Toucher.

Le toucher et le tact sont une fonction de la peau; ce sens a lieu sur toute sa surface, mais plus ou moins parfaitement dans chacune de ses parties, selon la configuration plus ou moins favorable qu'elles présentent. C'est ainsi que le tact, obscur à la plante des pieds et au talon, est parfait à la main, où il s'exerce le plus ordinairement.

Les nerfs qui partent du cerveau fournissent, après des subdivisions nombreuses, des filets déliés qui viennent ramper sous le tissu de la peau *a* (pl. VII, fig. 9). Cette membrane, qui revêt toute la surface du corps, est assez mince pour que ces filets nerveux la traversent et se ramifient à sa surface.

La peau est la membrane qui revêt tout le corps. Elle se compose principalement de deux parties : l'une appelé *chorion* ou *derme*, l'autre nommée *épiderme*.

L'*épiderme e* (pl. VII, fig. 9) est la couche la plus superficielle de la peau ; c'est une espèce de vernis qui recouvre le derme *d* (*id.*, *id.*), et sert à le protéger contre le contact des corps durs et à empêcher qu'il ne se dessèche par l'action de l'air. Le derme est composé d'un nombre variable de couches superposées, *e* (*id.*, *id.*) ; sa couche la plus intérieure renferme la matière colorante de la peau, qui y est répandue par des

canaux qui viennent de petites ampoules logées dans le derme *c* (pl. VIII, fig. 10).

Le *derme* est la partie la plus épaisse et la plus importante de la peau ; il est situé sous l'épiderme et adhère par sa face interne aux parties sous-adjacentes. Un nombre considérable de nerfs le pénètrent et forment à sa surface de petites élévations nommées *papilles a* (pl. VIII, fig. 10) dans lesquelles ils se distribuent, sous la forme de houppes. C'est à ces nerfs que le derme doit sa sensibilité, qui est plus grande dans les parties où il y a le plus de papilles, comme au bout des doigts, par exemple.

L'épiderme est appliqué sur ces papilles nerveuses *ed* (pl. VII, fig. 9) : il n'est pas doué lui-même de sensibilité et rend le toucher d'autant moins délicat qu'il est plus épais ; le contact souvent répété d'objets rudes et durs tend à en déterminer l'épaississement : aussi les mains des personnes qui exécutent des travaux pénibles ont-elles l'épiderme plus épais et sont-elles moins sensibles que celles des personnes dont les occupations ne sont pas aussi laborieuses.

La peau présente, en outre, un grand nombre de *follicules sébacés f d* (pl. VIII, fig. 10) et des canaux qui excrètent le liquide de la transpiration.

M. le professeur Krause a cherché à évaluer la quantité approximative des follicules contenus dans la peau. Pour y parvenir, il a employé la méthode suivante : après avoir enlevé, à l'aide d'un emporte-pièce, des morceaux de peau d'égale dimension (15 à 30 millimètres carrés), il les laissait digérer pendant deux jours dans de l'acide nitrique étendu de trois parties d'eau, puis dans l'eau pendant le même espace de temps, et en troisième lieu dans l'éther sulfurique. En coupant ces morceaux en tranches minces, on pouvait compter, sous un grossissement de 25 à 50 diamètres, toutes les glandes qu'ils renfermaient.

Dans son calcul, M. Krause a ramené toutes les glandes au diamètre constant de $0^{m},00063$. Il a trouvé que, pour la peau du front, il existait en moyenne 1 258 glandes par trois centimètres carrés ; pour celle de la paume de la main, ce nombre

était de 2 736, et pour la plante du pied, de 2 685 ; tandis que la peau de la nuque et du dos n'en avait que 417. En admettant que la surface du corps soit en moyenne de 5 827 millimètres carrés, que chaque surface de trois centim. carrés contienne 1 000 glandes, on arrive au nombre total approximatif de 2 381 248 glandes de $0^m,00063$ de diamètre.

Le sens du toucher est le plus essentiel de tous les sens ; aucun animal n'en est entièrement privé, et il paraît même acquérir d'autant plus d'activité que les autres sens sont moins développés.

La peau est douée d'une sensibilité particulière qui lui permet d'apprécier le contact des corps qui nous environnent, leur température basse ou élevée, leur résistance ou leur mollesse. Quand cette action est presque passive, elle prend le nom de *tact;* mais quelques organes possèdent pour la sensibilité tactile une condition particulière plus exquise et plus spéciale, c'est ce qu'on nomme le *toucher*.

La main de l'homme est un admirable instrument de toucher; la finesse de la peau, l'excessive mobilité des doigts, la possibilité d'opposer le pouce à tous les autres doigts lui permettent d'étudier les formes les plus minutieuses des corps, et de redresser ainsi les illusions des autres sens. Nous l'avons déjà dit à l'occasion du squelette (page 161), et nous avons cité la savante remarque de Buffon à ce sujet.

On donne le nom de *palper* à un toucher volontaire avec mouvement. Entre le *palper* et le toucher il y a le même rapport qu'entre flairer et sentir. Toute partie sensible qui peut, par des mouvements, varier ses points de contact avec les corps extérieurs est susceptible de palper. Le *palper* n'appartient donc à aucune région du corps exclusivement : seulement, la main y est plus propre que toute autre partie, en raison de sa structure, parce que les mouvements de pronation et de supination qu'elle peut exécuter lui permettent de mesurer l'espace, à l'aide d'une sorte de rotation ; parce que le pouce est opposable aux autres doigts, et parce que ceux-ci jouissent d'une mobilité relative. L'aptitude à palper dépend en outre de la finesse du toucher, et de la localisation de la

sensation dans les molécules de l'organe sensible. Les sillons réguliers du creux de la main, et la disposition des papilles cutanées en séries, doivent accroître la délicatesse du toucher; car ces inégalités découvrent plus aisément celles des corps, et sont plus facilement affectées par elles, isolément les unes des autres.

L'homme est de tous les animaux celui dont la peau est le plus favorablement disposée pour l'exercice du toucher. En effet, la surface de son corps s'offre à toutes les impressions qui peuvent s'exercer sur elle, et rien ne vient diminuer l'action des divers excitants sur ces organes de la sensibilité. Tous les autres animaux, tels que les mammifères, les oiseaux, les poissons, les reptiles, les mollusques, etc., etc., ont la peau recouverte par des poils, des plumes, des écailles, des coquilles ; ce qui diminue beaucoup et quelquefois fait disparaître les effets du tact.

Les cheveux, les poils, les ongles, les cornes, sont des productions formées par de petits organes sécréteurs logés dans la substance de la peau ; ils se développent, comme les dents, par l'addition de nouvelles portions de leur substance au-dessous de celles déjà formées, et ne sont pas le siége d'un mouvement nutritif comme les organes qui vivent. On donne le nom de bulbe aux organes sécréteurs des cheveux et des poils.

Lorsque nous nous formons, par le toucher, l'idée de la forme et de l'étendue d'une surface, nous multiplions l'étendue de la main ou du doigt mis en contact avec cette surface, autant de fois qu'elle se trouve contenue dans l'espace que le membre mobile parcourt en palpant. Pour acquérir l'idée de l'étendue dans l'espace, nous répétons le même acte, suivant les différentes dimensions du corps.

Comme toutes les fonctions de la vie, le toucher et le tact sont assujettis aux modifications de l'âge. Chez le vieillard, ce sens est considérablement détérioré ; tandis que la sensibilité générale s'est bien affaiblie, la graisse ayant disparu, le derme n'est plus soutenu par elle, il se plisse, devient flasque et inaccessible aux impressions tactiles. Le toucher peut, par l'exercice, acquérir une grande puissance. Ainsi, des

aveugles discernent les couleurs; on rapporte que le sculpteur *Ganivasius*, devenu aveugle, continua de pratiquer son art avec succès, en se guidant par le toucher, et que l'antiquaire *Saunderson*, aveugle, discernait dans une série de médailles celle qui était contrefaite, etc.

Goût.

Ce sens a beaucoup d'analogie avec le toucher, car il faut, pour qu'il soit mis en éveil, que le corps qui produit la sensation soit en contact avec l'organe sentant. Pour qu'un corps sapide excite le goût, il faut qu'il soit soluble et dissous. L'appréciation de la sapidité des corps peut être exercée sur des quantités infiniment petites; c'est ainsi que le cinq-millième d'une dissolution de coloquinte est perçu, mais les dissolutions sucrées ont besoin d'une plus grande proportion pour affecter le goût.

La langue est couverte de papilles : filiformes à la pointe, coniques sur le dos, en forme de calice, à la base; ces nerfs proviennent : 1° du nerf grand hypoglosse qui préside aux mouvements; 2° du nerf lingual qui paraît dévolu aux sensations purement tactiles; 3° du nerf glosso-pharyngien qui reçoit, spécialement, les impressions sapides des corps (pl. VIII, fig. 11). Nous verrons que la langue ne joue qu'un rôle secondaire dans l'exercice du goût : la mutilation de cet organe ou son absence congénitale n'empêchent pas, en effet, l'existence de ce sens.

Le goût a pour siége la bouche et la langue qui, néanmoins, a chez quelques animaux plus d'importance comme organe de déglutition que comme appareil sensoriel. Il résulte d'un grand nombre d'expériences que les parties de la bouche où se font, le plus particulièrement, sentir les impressions sapides, sont la base de la langue, la partie inférieure des piliers du voile du palais et la partie supérieure du voile du palais. On ne sait rien de positif sur la sensibilité gustative des bords, de la pointe ni de la partie inférieure de la langue, de la voûte palatine, des lèvres, des gencives, ni des joues. Lorsque

la langue est dépourvue de tissu musculaireet sèche, comme chez les poissons et beaucoup d'oiseaux, il ne faut pas conclure de là que le sens du goût soit absent ; car la sensation qui le caractérise est une propriété de l'arrière-gorge entière : elle appartient, non à un organe particulier, mais à la membrane muqueuse de cette cavité. Les animaux qui avalent leur proie couverte de plumes ou de poils, tels que les serpents, dont il faut rapprocher, sous ce rapport, les oiseaux insectivores et granivores, sont les seuls auxquels le goût manque, en raison même de leur mode de déglutition.

Le mécanisme de la gustation est loin d'être compliqué, l'application plus ou moins immédiate des particules sapides suffit pour l'effectuer; plus le corps est divisé, plus l'impression est complète, parce qu'alors il correspond d'une manière plus exacte et plus intime aux divers points de l'appareil sentant. Le goût devient plus intense par l'effet de l'attention, et l'on sait combien il est difficile de distraire un gourmet, lorsqu'il goûte quelque substance et qu'il *raisonne*, comme on dit, *ses morceaux*. L'homme serait peut-être, de tous les animaux, celui dont le goût aurait le plus de délicatesse, s'il n'émoussait de bonne heure sa sensibilité par les boissons fortes, les ragoûts épicés et tous les raffinements que la gastronomie invente chaque jour.

Ce sens peut acquérir une délicatesse extrême par l'exercice, comme le prouvent les dégustateurs : il n'est pas rare, dit-on, de trouver dans la Bourgogne méridionale des personnes qui non-seulement reconnaissent dans un vin mêlé d'autres vins, les vins de chacun des terroirs qui entrent dans sa composition, mais qui désignent encore le vignoble particulier qui les a fournis et l'année où ils ont été récoltés.

Beaucoup de substances sont à la fois sapides et odorantes, et l'impression totale qu'elles produisent est mixte. Il suffit de se boucher le nez pour savoir la part qui revient au goût, puisqu'on supprime alors la sensation de l'odorat. On sait que certains vins délicats perdent beaucoup de leur finesse lorsqu'on se bouche le nez en buvant.

Odorat.

L'odorat est le sens à l'aide duquel nous jugeons les qualités odorantes des corps. Cet œil qui voit les corps où ils ont été, est, comme le goût, une sentinelle placée à l'entrée des voies digestives, et la plus avancée des deux. On regarde généralement aujourd'hui les odeurs comme des parcelles mêmes des corps ; mais ces parcelles sont si menues, si subtiles, qu'elles n'ont pu être soumises à aucune investigation. Leur ténuité échappe au calcul, et pourtant on a expérimenté que la particule odorante de l'*assa-fœtida* présentait, en volume, un trente-huitième de quintillion de centimètre cube, c'est-à-dire qu'elle est mille fois plus ténue que les légers corpuscules qu'on voit s'agiter, par myriades, sur la route d'un rayon de soleil. Le sens de l'odorat est éveillé par des quantités infiniment petites de matière odorante : du papier qui a contenu du musc s'imprègne de l'odeur et la garde des mois, des années. Les côtes d'Espagne ont été reconnues à 70 kilom. en mer par l'odeur de romarin qui s'en dégage ; l'île de Ceylan, à 40 kilom. Un morceau de musc ou d'ambre, porté successivement dans plusieurs chambres, les remplit en un instant de l'odeur qui s'en dégage; et cette émanation se prolonge indéfiniment, sans que le poids du corps diminue d'une manière sensible. Il faut donc que l'organe destiné à reconnaître et à apprécier les odeurs soit doué d'une grande puissance, en même temps que d'une grande finesse. Les corps retiennent plus ou moins bien les odeurs, suivant qu'ils sont plus ou moins foncés en couleur. Voici leur ordre d'absorption décroissante : noir, bleu, vert, rouge, jaune ; le blanc n'absorbe presque pas les odeurs.

L'odorat, que Kant appelait le goût à distance, est un réactif plus sensible que ceux de la chimie, car il reconnaît dans l'air la présence de certains corps que les réactifs chimiques ne peuvent déceler. Ce sens réside et s'exerce dans un appareil disposé à cet effet, que l'on nomme les fosses nasales *b* (pl. VII, fig. 2). Ce sont deux grandes cavités carrées, creusées dans l'épaisseur des os de la face, et qui communiquent au

dehors par les ouvertures du nez, au dedans par celles qui s'ouvrent dans le pharynx. L'amplitude des fosses nasales est augmentée en haut par les sinus, en avant par le *nez* dans l'homme, le *museau* dans quelques animaux. L'air traverse les fosses nasales, entraînant avec lui toutes les parties odorantes des corps. La disposition des fosses nasales est telle, que l'air est porté vers leur partie supérieure. C'est là que viennene s'épanouir les filets déliés du nerf de l'odorat (pl. VIII, fig. 12) : ce nerf perçoit les odeurs que l'air lui apporte, et c'est par lui que les impressions sont transmises au cerveau.

Les lames osseuses contournées qui sont fixées aux parois des fosses nasales, les sinus creusés dans l'os maxillaire et dans les os frontaux servent à emmagasiner l'air odorant, ils augmentent l'étendue de l'organe de l'odorat, et présentent aux molécules odorantes des points de contact plus nombreux. Ces lames sont appelées cornets des fosses nasales ; il y en a deux de chaque côté, *b* (pl. VII, fig. 2, *soulevez le lambeau*).

La membrane qui tapisse les fosses nasales porte le nom de membrane pituitaire ; elle s'applique sur tous les feuillets osseux, dont elle augmente l'épaisseur. La pituitaire est douce et molle au toucher ; elle sécrète le mucus nasal, humeur très-utile dans les fonctions de l'odorat. L'anatomie comparée démontre que la perfection de l'odorat résulte toujours du plus grand développement des cavités nasales et des sinus qui en dépendent. Dans le chien, les sinus frontaux ont une ampleur considérable. La longueur du groin du cochon explique la finesse de l'odorat dont est doué cet utile animal.

C'est le mouvement d'inspiration qui fait pénétrer dans l'intérieur des fosses nasales les molécules odorantes. On a constaté qu'en pratiquant sur des animaux une ouverture à la trachée-artère, et en empêchant ainsi l'air de la respiration d'arriver aux poumons par les fosses nasales, ces animaux n'avaient plus d'odorat.

On peut supprimer à volonté l'odorat, et se soustraire à la sensation de vapeurs désagréables, en suspendant la respiration par le nez.

On exalte ce sens, au contraire, en inspirant avec plus de

force, ou en faisant de petites inspirations, rapidement répétées. L'animal qui halène cherche dans l'atmosphère la couche chargée d'une substance odorante, et pour cela il exécute en diverses directions des mouvements inspiratoires qui se succèdent avec vitesse. Une fois qu'il a découvert cette couche, il la suit de la même manière. Le courant des odeurs peut aussi être favorisé par le vent. Les herbivores n'ont besoin que de ce véhicule pour sentir des odeurs développées à de grandes distances.

Il en est du sens de l'odorat comme de celui du goût ; en général, il se perfectionne avec l'âge, à moins que des habitudes destructives ne l'aient émoussé, comme cela n'a lieu que trop souvent, par l'usage qu'on a contracté d'introduire dans le nez des substances irritantes.

La transmission des impressions de ce sens est fort simple. Les substances odorantes, disséminées dans l'air, à l'état de gaz, ou peut-être même de poussière fine, sont amenées aux surfaces de la membrane muqueuse par le mouvement de l'inspiration. Le mucus nasal s'imprègne aussi de ces particules odorantes et les arrête. L'air qui sort de la bouche peut aussi faire naître la sensation d'odeurs, quand il est chargé de susbstances développées, soit dans les organes respiratoires, soit dans les organes digestifs.

Indépendamment de l'odorat, le nez possède le sens du toucher, par le moyen des filets nasaux de la seconde et de la troisième branche du nerf tri-jumeau. En effet, il sent le froid, le chaud, les démangeaisons, le chatouillement, la pression, la douleur. Ces nerfs ne sauraient remplacer le nerf olfactif, comme le démontre l'exemple des personnes qui, privées d'odorat, n'en ont pas moins une sensibilité tactile très-développée dans le nez.

Certaines substances, gazeuses ou vaporeuses, font aisément confondre la sensation tactile avec la sensation olfactive ; telles sont l'ammoniaque à l'état de gaz, les émanations du raifort, de la moutarde, etc. Les sensations qu'elles procurent ressemblent beaucoup à celles du toucher, et l'analogie devient plus frappante encore lorsqu'on réfléchit que ces vapeurs

âcres agissent pour ainsi dire de même sur la membrane muqueuse des paupières.

On cite plusieurs faits curieux qui tendraient à établir que certains hommes jouissent d'une grande puissance d'odorat. Woodwart parle d'une femme qui reconnaissait dans l'air une odeur sulfureuse et prédisait les orages, plusieurs heures à l'avance. On nous a transmis l'histoire d'une jeune fille sourde et aveugle, pour qui l'odorat était un puissant auxiliaire du toucher. Souvent elle allait dans les champs cueillir des fleurs sans autre guide que les parfums qui s'échappaient des plantes.

Si l'on en croit le chevalier Digby, un enfant qui avait été élevé dans une forêt, où il n'avait vécu que de racines, distinguait par l'odorat l'approche des étrangers. Plus tard, rendu à la vie commune, il perdit en grande partie cette sensibilité olfactive. Il y a des peuplades entières qui jouissent de la même faculté : les Hurons, les Mohicans, les sauvages de l'Amérique du Sud et, en général, tous les nègres reconnaissent au flair la trace d'un homme, et distinguent si c'est celle d'un blanc ou d'un noir.

ORGANES DE LA VUE ET DE L'OUIE, FONCTIONS DE LEURS PARTIES ESSENTIELLES.

Vue.

La vue est un sens à l'aide duquel nous pouvons juger la couleur, la distance et le volume des corps de la nature, par le moyen de la lumière. Ce sens, que Buffon appelait un toucher lointain, a pour effet de peindre au fond de l'œil les images des corps qui nous environnent, et de transmettre au cerveau les impressions de ces images. « Cette manière admirable dont nos yeux aperçoivent les objets, a dit Voltaire, et dont les tableaux de tout ce que nous voyons se peignent sur la rétine, est une peinture divine, dessinée suivant toutes les lois des mathématiques, et, par conséquent, ainsi que tout le reste, elle est de la main de l'éternel géomètre, en dépit de ceux qui font les entendus et qui feignent de croire que

l'œil n'est pas destiné à voir, l'oreille à entendre et le pied à marcher. »

Nous partageons l'étude de la vision en trois parties :

1° La lumière ;

2° Les organes de la vision ;

3° La marche de la lumière dans l'œil.

De la lumière.

La lumière est un fluide qui remplit l'étendue et qui éclaire les corps de la nature. Autrefois on croyait que la lumière était un *éther subtil* suspendu dans l'espace. Descartes est l'auteur de ce système, qu'on nommait des *ondulations*, et qui a été partagé par beaucoup de physiciens. Depuis Newton, on admet que la lumière est une substance matérielle émanant de tous les corps lumineux par eux-mêmes, dont les molécules infiniment petites, se propageant avec une extrême rapidité et en ligne droite, produisent sur le nerf optique la sensation de lumière. C'est la théorie de l'*émission*. Bien des phénomènes ont été parfaitement expliqués par cette théorie ; mais il en est d'autres qui ne s'accordent nullement avec elle ; aussi, le système des ondulations, remis en honneur par les beaux travaux contemporains, a-t-il repris, dans la science, la place qu'il n'eût jamais dû perdre. Sans nous arrêter sur ces questions, qui sont du domaine de la *physique*, nous considérerons uniquement la lumière au point de vue du rôle qu'elle joue dans la *vision*.

La lumière peut être ou *naturelle*, c'est celle du soleil, ou *artificielle*, c'est la lumière dégagée par les corps en combustion.

La lumière est *directe* ou *réfléchie* : elle est *directe*, quand elle marche en droite ligne du corps lumineux à notre œil ; elle est *réfléchie*, lorsqu'il existe entre nous et la lumière un corps qui nous renvoie l'éclat qui l'a frappé : la lune, un miroir, etc.

L'intensité de la lumière se mesure par l'éloignement ou le rapprochement des corps. Son intensité décroît en raison in-

verse du carré de la distance. C'est sur cette propriété qu'est fondée la *photométrie* ou l'art de comparer les intensités lumineuses.

Les corps sont *transparents* ou *opaques*. On nomme *transparents* les milieux à travers lesquels les rayons lumineux se meuvent; les corps *opaques* sont ceux que la lumière ne traverse pas, et par la surface desquels elle est réfléchie.

La surface des corps opaques ne renvoie pas toujours la lumière telle qu'ils la recoivent. Il en est qui en absorbent tous les rayons, ou qui du moins n'en réfléchissent que fort peu : ces corps sont appelés *noirs*. Les corps qui réflechissent tous les rayons, ou à peu près tous, sont *blancs ;* ceux qui n'en réfléchissent que quelques-uns (et leur variété est innombrable) sont appelés corps *colorés*.

Ainsi, la couleur n'est pas inhérente aux corps, elle dépend de l'espèce de rayons lumineux que le corps coloré peut réfléchir. En effet, si l'on reçoit sur une feuille de papier un faisceau de rayons lumineux qui aura traversé un prisme de verre, au lieu de produire une image blanche il formera une image oblongue dans laquelle on distinguera les sept couleurs suivantes : rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo, violet. Telles sont les sept couleurs primitives dont chaque rayon lumineux est composé et que l'on nomme *spectre solaire*.

La lumière peut être *réfléchie* ou *réfractée*. On l'appelle *réfléchie* quand elle est renvoyée dans l'espace par le corps sur lequel elle a été dirigée. Il est important de remarquer que les rayons lumineux abandonnent le corps qui les réfléchit, dans une direction pareille à celle qu'ils avaient en arrivant sur lui, et que l'angle formé par le rayon de réflexion sur le corps réfléchissant, est égal à l'angle formé par le rayon d'incidence.

La *réfraction* est la déviation que la lumière éprouve en passant d'une couche homogène dans une couche voisine, de densité différente. La *réfraction* de la lumière nous donne l'explication de quelques phénomènes qu'on observe journellement. Ainsi, quand on place une pièce de monaie au fond d'un vase dont les parois sont opaques, l'œil ne peut voir la

pièce qu'en se plaçant dans le cône des rayons qui passent par l'ouverture du vase ; mais si l'on verse une certaine quantité d'eau dans le vase, la pièce devient visible pour l'œil placé au-dessous du niveau d'une ligne droite passant de la pièce au-dessus des bords du vase, et cette pièce paraît beaucoup plus élevée qu'elle ne l'est en réalité (pl. VIII, fig. 2). C'est qu'alors les rayons sont réfractés en s'éloignant de la perpendiculaire, puisqu'ils passent d'un milieu plus dense dans un moins dense, qui est l'air ; or, en changeant de direction, les rayons, qui auparavant passaient au-dessus de l'œil de l'observateur, viennent alors frapper cet organe et y porter l'image de l'objet placé au fond de l'eau. On explique de la même manière pourquoi un bâton, en partie plongé dans l'eau, semble brisé à la surface de ce liquide.

La lumière marche ordinairement en suivant une ligne droite, et les différents rayons qui partent d'un point quelconque s'écartent entre eux, de plus en plus, à mesure qu'ils avancent dans l'espace. Lorsque ces rayons tombent perpendiculairement sur la surface d'un corps transparent, ils le traversent sans changer de direction ; mais lorsqu'ils le frappent obliquement, ils sont toujours plus ou moins déviés de leur direction primitive.

La déviation que subissent les rayons lumineux, en passant obliquement à travers des corps transparents, varie suivant la forme des corps. Des rayons lumineux qui traversent un corps transparent peuvent affecter trois directions différentes : ils sont parallèles, divergents ou convergents. Les corps transparents, que l'on appelle des milieux, peuvent être plans, convexes ou concaves.

Nous allons examiner les diverses déviations que subissent les rayons lumineux, *parallèles*, *convergents* ou *divergents*, suivant qu'ils traversent des corps transparents, *plans*, *bi-convexes* ou *bi-concaves*.

Les corps transparents *plans*, d'une faible épaisseur, ne font subir que de faibles déviations aux rayons lumineux : ainsi, en les traversant, les rayons *parallèles* restent *parallèles* ; les rayons *convergents* conservent leur degré de *convergence*,

et les rayons *divergents* conservent leur degré de *divergence*.

En traversant les milieux *bi-convexes*, les rayons lumineux tendent à se rapprocher du foyer de la réfraction.

Les verres *bi-convexes* ont la propriété de réunir les rayons lumineux en un point qu'on a nommé foyer. Ils rendent *convergents* les rayons *parallèles*, ils augmentent la *convergence* des rayons déjà *convergents*, et ils diminuent la *divergence* des rayons *divergents*, au point de les rendre *parallèles* et même *convergents*. Ils grandissent les objets, parce qu'ils nous les font voir sous un angle plus ouvert et parce que, en même temps, ils font *converger* vers notre pupille un bien plus grand nombre de rayons lumineux des corps que nous examinons avec une lentille. Ces corps, plus éclairés et grandis, nous paraissent rapprochés.

Si la surface du milieu réfringent est *bi-concave*, les rayons lumineux ne se rapprocheront pas de l'axe du faisceau ; mais au contraire divergeront.

D'après la différence de leurs effets, les verres *bi-convexes* ont été nommés verres *convergents*, et les verres *bi-concaves* verres *divergents*.

Plus les verres *bi-convexes* sont convexes, plus l'effet qu'ils produisent est énergique, et plus aussi la distance du foyer principal est courte.

En un mot, les lentilles *bi-convexes* et les analogues concentrent toute la lumière, tandis que les *bi-concaves* la dispersent.

Les corps *transparents* réfractent la lumière avec d'autant plus d'énergie qu'ils sont plus denses et qu'ils sont formés de matières plus combustibles.

Dans l'étude de la vision, nous verrons l'application des lois que suit la lumière réfléchie ou réfractée.

Organes de la vision.

Les organes de la vision se divisent en deux espèces : l'organe de la vision proprement dit, c'est le globe de l'œil ; puis les organes accessoires, ou protecteurs de l'œil. Occupons-nous d'abord de ceux-ci.

Sourcils. — Au-dessus de la paupière supérieure 1 (pl. V, fig. 1), on remarque deux arcades qu'on nomme sourcilières, et qui sont formées par la réunion de petits poils dont le nombre et le volume varient suivant les races et les tempéraments. Ils sont beaucoup plus fournis et plus bruns chez les peuples du Midi que chez ceux du Nord. Ils ont pour usage de protéger, par la saillie qu'ils font, la partie inférieure des paupières; ils ont aussi pour effet de détourner, vers le côté de la face, les gouttelettes de sueur qui quelquefois inondent le front. Enfin on croit que leur teinte plus ou moins foncée diminue l'action d'une vive lumière, en absorbant les rayons les plus énergiques.

Paupières. — On donne ce nom à deux voiles mobiles tendus au-devant du globe de l'œil. Les paupières sont formées à l'extérieur aux dépens de la peau (pl. VIII, fig. 4); à l'intérieur, elles sont tapissées par une membrane lisse qu'on nomme la membrane conjonctive : entre ces deux membranes est placée, pour chaque paupière, une petite lame de substance fibreuse et résistante qu'on nomme cartilage. La paupière supérieure est plus étendue que la paupière inférieure; les paupières présentent chacune deux bords : l'un se continue avec la peau, l'autre est libre. Chaque bord libre des paupières est hérissé de petits poils longs et déliés qu'on nomme cils. L'usage de ces cils est de former au-devant de l'œil une petite grille qui arrête les corps étrangers dont la présence gênerait l'exercice de la vision. Les bords libres des paupières sont taillés obliquement en dedans, de manière à constituer, par leur rapprochement, un canal étroit et triangulaire. Les paupières ont le double usage de protéger le globe de l'œil, en s'abaissant au-devant de lui, et de le rendre inabordable aux rayons lumineux dont l'éclat pourrait troubler le sommeil. Les paupières doivent à deux muscles, l'élévateur (pl. VIII, fig. 1, *lambeau*) et le palpébral, les mouvements alternatifs d'abaissement ou d'élévation par lesquels elles étendent, au-devant du globe de l'œil, le liquide aqueux dont nous allons parler, et qui est fourni par une glande qui fait partie de l'appareil lacrymal.

Apppreil lacrymal. — Cet appareil est composé de plusieurs organes dont les uns sont destinés à former et à verser au-devant de l'œil le fluide lacrymal, les autres ont pour usage de le charrier au dehors de l'œil. Premièrement, la glande lacrymale *g* (pl. VIII, fig. 4). C'est un petit corps, du volume d'une amande, placé à la partie extérieure et supérieure du globe de l'œil, entre cet organe et la cavité orbitaire.

Cette glande fournit un fluide particulier qui est versé au-devant du globe de l'œil par de petits canaux qui viennent s'ouvrir à la face intérieure du bord adhérent de la paupière supérieure. Ces petits canaux sont très-déliés et très-nombreux ; ils versent constamment le fluide lacrymal, et, comme nous l'avons déjà vu, ce fluide est répandu au-devant du globe de l'œil par les paupières supérieure et inférieure. On nomme caroncule lacrymale un petit corps rougeâtre situé à l'angle interne de l'œil *a* (pl. VIII, fig. 4) : c'est près de ce corps que s'ouvrent les organes destinés à enlever les larmes ; ce sont deux petits canaux terminés par deux orifices que l'on nomme points lacrymaux.

Ces canaux sont courbés : l'un (le supérieur) *a* remonte un peu pour se courber bientôt en bas ; l'autre (l'inférieur) se dirige directement en bas et va, comme le premier, s'ouvrir dans un canal plus large *c* que l'on nomme le canal nasal. Les fonctions de ces points lacrymaux sont de pomper les larmes, au fur et à mesure qu'elles sont versées au-devant de l'œil, de façon que ce liquide soit excrété dans la proportion où il est formé.

Dans quelques circonstances particulières, l'équilibre de ces deux phénomènes est rompu et, soit que les larmes soient sécrétées en plus grande quantité, soit que les points lacrymaux ne les pompent pas aussi activement, ou qu'elles soient arrêtées dans leur cours à travers les canaux lacrymaux et le canal nasal, ce fluide déborde les paupières et tombe en grande quantité le long des joues.

Cavité orbitaire. — *Muscles.* — Parmi les organes protecteurs de l'œil, la cavité orbitaire joue un rôle important. En effet, les parois osseuses de cette cavité emboîtent le globe

oculaire de telle sorte qu'il ne donne de prise au contact des corps étrangers que par sa face antérieure. La cavité orbitaire a une forme conique (pl. VIII, fig. 1) : la base de ce cône est formée par les os de la pommette et par l'os du front ; le sommet s'ouvre dans la cavité du crâne par un trou irrégulier que traverse le nerf optique pour communiquer avec le cerveau.

On doit encore regarder comme parties accessoires de l'œil les muscles à l'aide desquels nous pouvons le mouvoir et le diriger à notre gré. Ces muscles sont au nombre de six : quatre droits dont deux latéraux, l'un interne, l'autre externe *m* (dans cette figure 1, le droit interne est caché par le nerf optique et n'a pu être indiqué), et les deux autres qui sont le droit inférieur, 4, et le droit supérieur, 2. Les deux autres muscles sont appelés obliques, et sont distingués en grand 3, et petit 5. L'action des muscles droits a pour effet de diriger le globe de l'œil en haut, en bas, en dedans ou en dehors. Le muscle grand oblique, 3, se prolonge, en avant, par un tendon qui se réfléchit sur une poulie fixée près de l'apophyse orbitaire interne, et se termine à la partie externe et postérieure du globe de l'œil, auquel il imprime un mouvement de rotation de dedans en dehors. Le petit oblique, 5, imprime à l'œil un mouvement de rotation de dehors en dedans et le porte un peu en avant.

Globe oculaire. — L'organe de la vision proprement dit a reçu le nom de globe oculaire ; ce globe est formé par des enveloppes membraneuses et par des humeurs transparentes renfermées dans ces enveloppes, qui concourent à en faire un instrument d'optique des plus parfaits.

L'enveloppe la plus extérieure et la plus résistante de l'œil se nomme sclérotique *æ* (pl. VIII, fig. 1), *s* (fig. 5) ; c'est sur elle que s'attachent les muscles qui meuvent le globe de l'œil : la partie antérieure est transparente, la partie postérieure est opaque. La partie transparente de l'enveloppe sclérotique est nommée cornée transparente *c* (fig. 1), 1 (fig. 5, *lambeau*) : on pense que c'est une petite membrane emboîtée dans la sclérotique ; peut-être n'est-ce qu'une modification de cette membrane.

La seconde membrane de l'œil porte le nom de choroïde *c* (fig. 1) 5, (fig. 5, *lambeau*) ; elle est placée à la partie interne de la sclérotique, et la tapisse en noir : la partie antérieure de cette membrane se prolonge sous la forme d'un voile mobile *i* (fig. 1) 4, (fig. 5, *lambeau*) placé derrière la cornée transparente, et percé par une ouverture *p*, qui est susceptible d'agrandissement ou de diminution : ce voile est appelé iris, cette ouverture est appelée pupille.

La troisième membrane est la rétine *e* (fig. 1), *b* (fig. 5) : on pense que c'est une expansion du nerf optique *n* (fig. 1) : cette membrane est demi-transparente, molle et blanchâtre ; elle est étendue dans la partie postérieure du globe oculaire, à la face interne de la choroïde.

Les différentes humeurs qui sont contenues dans l'intérieur des membranes que nous venons d'énumérer sont : l'humeur vitrée, le cristallin et l'humeur aqueuse.

L'humeur vitrée *œ* (fig. 1) est une masse transparente, molle comme de la gelée, et qui occupe toute la partie interne du globe de l'œil, dont elle forme la partie principale.

Le cristallin *x* (fig. 1) est une petite lentille de forme circulaire placée en avant du corps vitré, composée d'une substance albumineuse et disposée en feuillets concentriques (fig. 3).

L'humeur aqueuse est un liquide limpide placé entre le cristallin et l'iris *chambre postérieure;* puis entre l'iris et la cornée transparente *chambre antérieure.*

Le nerf optique *n* (fig. 1) a son origine dans le cerveau (pl. VII, fig. 7); il pénètre dans l'orbite par le trou optique, perce la sclérotique et la choroïde, et se termine au milieu de la rétine, qui n'est, en quelque sorte, que son épanouissement.

Mesuré d'avant en arrière, l'œil de l'homme a près de 21 millimètres de diamètre. Sur ces 21 millimètres la chambre antérieure en représente 2; la chambre postérieure, 1/2; le cristallin, 4 1/2; le corps vitré, 14.

Marche de la lumière dans l'œil.

Lorsque, après avoir étudié les parties constituantes de l'œil, on cherche à comprendre les fonctions que remplit chacune de ces parties, on voit que la théorie de la vision repose presque entièrement sur celle de la lumière, et qu'elle s'explique par les lois de la réfraction.

Chacun des points de l'étendue d'un corps éclairé envoie à l'œil un cône de rayon lumineux, chaque cône présente un axe et des rayons obliques à cet axe. Supposons que nous choisissions le cône dont l'axe se confond avec l'axe antéro-postérieur du globe oculaire, c'est-à-dire avec cette ligne qui est perpendiculaire à toutes les surfaces convexes et concaves que l'on rencontre en procédant de la cornée à la rétine, et examinons ce qui se passe dans chacun de ces milieux.

Les rayons obliques de ce cône sont réfractés, en traversant les différents milieux de l'œil, de manière cependant qu'ils sont réunis autour de leur axe à l'instant où celui-ci parvient à la rétine.

1° En traversant la *cornée*, qui est convexe et plus dense que l'air extérieur, les rayons se rapprochent de la perpendiculaire élevée au point de contact, et deviennent plus convergents.

2° En traversant l'*humeur aqueuse*, qui est moins dense que la cornée, ils sont réfractés de nouveau et écartés de la perpendiculaire, mais moins cependant que s'ils repassaient dans l'air ; de sorte qu'ils conservent toujours un peu de la convergence que leur avait imprimée la cornée.

Les rayons qui tombent dans le trou pupillaire sont les seuls qui servent à la vision, tous les autres sont absorbés par l'iris ou réfléchis par lui ; ces derniers nous font apercevoir les couleurs diverses de cette membrane.

Les rayons traversent le *cristallin*, qui joue le rôle d'une lentille bi-convexe à courbures inégales, ils convergent fortement et se rapprochent de l'axe oculaire.

Quelques rayons sont encore réfléchis : les uns sortent de

l'œil et concourent à lui donner de l'éclat, d'autres tombent sur la face postérieure et interne de l'iris, espèce de diaphragme coloré en noir, qui absorbe les rayons qui pourraient être réfractés et altérer alors l'obscurité de l'appareil. A l'aide de ce diaphragme, l'œil peut admettre une plus grande quantité de lumière avec une moindre aberration de sphéricité.

3° Enfin, en traversant l'*humeur vitrée*, qui a une densité moindre que le cristallin, mais dont la face antérieure est concave, les rayons sont encore réfractés, écartés de la perpendiculaire élevée au point d'incidence, et par conséquent rapprochés de l'axe oculaire.

Il semblerait donc que, pour arriver plus simplement au même but, il suffirait de rendre le cristallin plus réfringent. Mais l'humeur vitrée sert à rendre le champ de la vision plus étendu, en permettant à la rétine de se développer sur sa surface postérieure. Les trois natures de milieux sont combinées de manière à se compenser. Quant au cristallin, sa constitution prévient, soit les aberrations de sphéricité qui dépendent de ce que les bords des lentilles ne concentrent pas les rayons lumineux au même point que le centre ; soit les aberrations de réfrangibilité qui tiennent à ce que la même lentille concentre, plus ou moins loin de son axe, les rayons de réfrangibilités diverses. Le diamètre de cette lentille est d'environ 9 à 10 millimètres, et son épaisseur de 4 et demi à 5.

La rétine est un tableau fixé où les images conservent leur netteté, pour des distances diverses. Cette membrane nerveuse reçoit l'impression et la transmet au cerveau par le moyen du nerf optique, dont elle n'est qu'un épanouissement : la paralysie de cette membrane entraîne toujours la perte totale de la vue. Ce n'est point par un simple contact que la lumière agit sur la rétine ; elle pénètre son tissu demi-transparent et arrive sur la choroïde, qui, par son enduit noirâtre, en absorbe les rayons.

Les cônes lumineux envoyés par tous les points d'un objet se croisent dans l'intérieur de l'œil, de manière à former sur la rétine une image renversée très-petite, très-éclairée, et par conséquent très-nette, des objets éclairés opposés à l'œil. La

concavité que forme cette membrane nerveuse la rend apte à se présenter au foyer propre de chaque pinceau lumineux. La terminaison de la rétine a lieu à la circonférence externe du corps ciliaire ; c'est là que cessent ses éléments nerveux.

Nous voyons les objets hors de nous, quoique leur image soit sur la rétine. L'expérience nous apprend, ici, comme pour le son, que la cause de l'impression est hors de nous. Il en résulte que l'idée d'impression et l'idée d'une situation de l'image, extérieure à nous, finissent par être inséparables. On a remarqué, en effet, que pour les aveugles nés, chez lesquels l'habitude n'a pas produit cette simultanéité d'effets, le sentiment de la distance n'existe pas, et, quand on leur donne la vue par une opération, ils disent que les objets touchent leurs yeux. On a cherché à expliquer de bien des manières pourquoi, les images se peignant renversées sur notre rétine, nous voyons les objets droits et dans la position qu'ils affectent réellement au dehors de nous. Cette question difficile, pour laquelle on a invoqué l'éducation du sens de la vue par l'habitude et l'expérience qui nous apprend que tel point doit être placé sur telle direction, pour être dans une relation naturelle avec le corps que nous voyons, n'a pas encore reçu de solution. Voici comment Berkeley, évêque de Cloyne, a rendu compte de ce phénomène :

« Quoique l'image de l'objet soit effectivement tracée, au fond de l'œil, dans une situation renversée, cependant l'âme doit naturellement, et sans le secours d'aucune expérience, la redresser, c'est-à-dire voir en haut l'extrémité supérieure et voir en bas l'extrémité inférieure. En effet, ces termes de haut et de bas sont des termes relatifs, et qui n'ont de valeur que par le terme auquel nous les comparons : c'est-à-dire, que nous jugeons en haut tout ce qui correspond à la voûte céleste, et en bas tout ce qui correspond à la terre. Or, il est bien évident que le ciel se peint dans la partie inférieure, et que la terre se peint dans la partie supérieure : dès lors, nous rapportons à la voûte céleste l'extrémité de l'objet qui se peint dans la partie la plus supérieure ; c'est-à-dire que nous établissons naturellement, entre ces deux extrémités, la

relation qu'elles ont, et que nous situons l'objet tel qu'il est réellement. »

L'image est double, et cependant nous la voyons simple. Quelques physiologistes expliquent ce phénomène par une disposition anatomique, l'entre-croisement des nerfs optiques. D'autres recourent à des explications physiologiques : ainsi Buffon admet que l'on voit double dans l'origine, mais que le toucher rectifie l'erreur. Gall prétend que l'on ne voit ordinairement qu'avec un seul œil, et presque jamais avec les deux à la fois. D'autres, enfin, ont invoqué une loi par laquelle la sensation est toujours reportée à l'extrémité du corps lumineux qui cause l'impression, et par conséquent à l'objet unique qui est éclairé. Une autre loi, admise par quelques savants, c'est que, toutes les fois que les points lumineux frappent des points correspondants de la rétine, il n'y a qu'une seule image.

On a remarqué que la vision des objets qu'on aperçoit mal, lorsqu'on les regarde d'un œil, avec une lorgnette d'approche, pendant que l'autre œil est fermé, devient plus nette quand on ouvre ce dernier. Ce phénomène trouve son explication en ce que l'ouverture pupillaire est plus petite quand les deux yeux sont ouverts que lorsque l'un des deux est fermé. Quand la pupille est resserrée, les rayons venus des objets voisins de celui que l'on fixe arrivent en moins grand nombre sur la rétine. C'est ce dont on s'assure aisément, en regardant par un trou fait dans une carte un objet dont on voyait à peine les détails, à l'œil libre. La vision devient alors bien plus nette. Sans doute, alors, il arrive moins de rayons de l'objet lui-même, mais, comme il n'en vient presque que de lui, il y a tout avantage à ouvrir l'œil dont on ne se sert pas.

Les différences que présentent les hommes, sous le rapport de l'aptitude qu'ils ont à distinguer un objet de près ou de loin, constituent la *myopie* et la *presbytie*.

La *myopie* tient à ce qu'une cornée trop saillante, ou un cristallin trop dense et trop convexe, rapprochent trop brusquement les rayons lumineux et les réunissent avant qu'ils aient atteint la rétine. Le myope n'a une vision distincte des objets qu'à une distance moindre de 30 centimètres. Le

myope a donc la vue trop courte. Ainsi, chez les *myopes*, les humeurs sont trop réfringentes, ou l'œil a une moindre profondeur. On remédie à ce vice, qui est très-fréquent dans la jeunesse, par l'emploi des verres bi-concaves qui augmentent la divergence naturelle des rayons lumineux. Beaucoup de *myopes* finissent par ne plus avoir besoin de verres : le desséchement des membranes et la diminution des humeurs, par les progrès de l'âge, amoindrissent la convexité de l'œil, et font sur eux un effet contraire à celui qui a lieu chez les personnes dont le globe de l'œil était d'abord bien conformé.

Les *presbytes* ont une organisation inverse, ils voient fort loin, ils ont même la vue trop longue, car elle ne distingue les objets qu'à une distance de plus de 30 contimètres. Chez eux la cornée plus aplatie, le cristallin moins dense ou moins convexe, la rétine trop voisine du cristallin, etc., n'arrivent à réunir les rayons lumineux qui doivent former l'image qu'au delà de la place occupée par la rétine.

On remédie à ce défaut, qui arrive avec l'âge et est fréquent dans la vieillesse, par l'emploi de verres bi-convexes, qui rapprochent les rayons.

Ainsi ces deux états de la vision sont, en quelque sorte, inverses l'un de l'autre : dans le premier cas, les rayons, envoyés par des objets trop éloignés, se réunissent trop tôt avant d'arriver à la rétine ; dans le second, les rayons, envoyés par des objets trop proches, arrivent à la rétine avant d'avoir eu le temps de se réunir.

Dans la *myopie*, l'image est confuse, parce qu'elle vient de loin.

Elle est confuse dans la *presbytie*, parce qu'elle vient de près.

Le *strabisme* est dû à ce que les points correspondants de la rétine ne sont pas affectés par la même sensation, ou, en d'autres termes, à ce que les points de sensation unique ne sont pas homologues. Le *bon œil* alors regarde directement l'objet, et l'*œil louche* se tourne de manière à faire tomber l'image sur les points qui peuvent donner une sensation unique ; d'où il suit que son axe n'est pas dirigé vers l'objet.

La retine éprouve souvent des sensations dues à des causes étrangères et différentes de la lumière extérieure. Telles sont les figures produites par la pression exercée sur l'œil; les apparitions lumineuses isochrones aux battements du pouls-espèce de sautillements pulsatifs dans le champ visuel; les figures électriques dans l'œil compris dans un courant gal, vanique; l'apparition spontanée de lumière dans le champ visuel d'yeux tenus fermés : l'apparition d'une foule de petits corps noirs et pourvus de queues qui sortent et courent en toutes sortes de directions.

On a souvent cité l'exemple de personnes qui, par une disposition innée de leur rétine, distinguent mal les couleurs, et d'autres qui confondent plus ou moins ensemble des couleurs totalement différentes.

Il existe encore une anomalie de la vision qui consiste dans l'image d'objets qui se trouvent dans l'intérieur de l'œil même, et qui projettent une ombre sur la rétine. Telles sont les figures filiformes et contournées, dans lesquelles semblent être contenues des séries de globules. Ces figures sont mobiles; leurs parties ne conservent pas la même situation les unes à l'égard des autres, et elles-mêmes changent de place dans le champ visuel. Par un mouvement énergique de l'œil, on peut les transporter un peu de côté ou vers le haut, mais elles reparaissent bientôt, et, quand on les a fait monter, elles redescendent peu à peu. Chez certains individus, elles sont en grand nombre dans le champ visuel, quoiqu'on n'aperçoive bien nettement que celles qui sont au milieu. Il leur arrive souvent, dans les expériences d'optique, de se placer au-devant de l'objet qu'on examine, et de contrarier les recherches. Beaucoup de personnes ne les connaissent pas, tandis qu'elles deviennent pour d'autres un véritable sujet de tourment. On les a désignées sous le nom impropre de *mouches volantes*, en les confondant à tort avec certains phénomènes de vision qui accompagnent la formation de la cataracte; car elles sont fort innocentes et n'influent en rien sur la bonté de la vue. On ignore encore si elles tiennent ou non à des particules flottantes dans l'humeur aqueuse ou dans le corps vitré.

Ouïe.

Bernardin de Saint-Pierre a dit de l'ouïe qu'elle était le sens immédiat de l'intelligence.

La fonction de ce sens est de nous donner l'impression des sons et de nous faire apprécier la nature des corps, leur distance, leur direction, etc.

L'oreille est l'organe de l'ouïe ; c'est à l'aide de cet appareil que l'animal perçoit les sons que produisent les mouvements vibratoires imprimés aux molécules des corps, par la percussion ou par une autre cause : ce mouvement vibratile se communique à l'air ou à tout autre corps aboutissant à l'oreille. L'effet de ces vibrations sur l'oreille se nomme son ou bruit.

Son.

Toute production de son suppose un milieu gazeux dans lequel le son se propage. Si on suspend une sonnette dans le vide, on n'entend plus de son, quoiqu'on agite la sonnette ; on le perçoit, au contraire, si on laisse pénétrer un peu d'air, et alors l'intensité du son est toujours en raison directe de la quantité d'air qui entoure le corps en vibration : elle augmente ou diminue en même temps que la densité du milieu qui le transmet. Aux régions polaires les voyageurs prétendent que la voix porte à une distance étonnante. Au sommet du mont Blanc, où l'air est très-raréfié, un coup de pistolet ne fait pas plus de bruit qu'un coup de fouet dans la plaine.

Le son devient faible à mesure qu'il s'éloigne du corps qui le produit, à cause de l'augmentation non interrompue de la surface d'ébranlement ; mais si la masse d'air dans laquelle le son se propage est contenue dans un cylindre creux, le son conserve à peu près toute sa force : ce fait curieux a été mis hors de doute par les belles expériences de Biot. Ce savant physicien eut à sa disposition, dans un aqueduc de Paris, plusieurs tuyaux de fonte qui représentaient, bout à bout, un cylindre creux de neuf cent cinquante et un mètres de long. A cette distance la voix la plus basse était entendue, et l'on

distinguait parfaitement les paroles prononcées aussi bas que lorsqu'on parle à l'oreille. Un coup de pistolet, tiré à l'ouverture de cette suite du tuyaux, fit entendre à l'autre extrémité une explosion considérable, et l'air fut chassé avec assez de force pour éteindre une bougie allumée.

Tous les sons se propagent avec la même vitesse dans un même milieu. Cette vitesse est de 340 mètres par seconde dans l'air, à la température de 16°; elle est de 1 500 mètres, dans l'eau et de 3 000 mètres à travers les corps solides.

Tous les corps élastiques peuvent produire le son. Les molécules d'air qui sont en contact avec les différents points de ces corps reçoivent des mouvements semblables à ceux de ces points : elles vont et reviennent avec eux. Chaque molécule communique le mouvement à celle qui est derrière, celle-ci à une troisième, et ainsi de suite. L'impulsion donnée à une molécule d'air se propage successivement dans toutes les directions; les ondes semblent se propager circulairement, avec une intensité décroissante, à peu près comme celle que produit une pierre lancée au milieu d'une nappe d'eau tranquille.

Il est facile de prévoir que le son ne doit pas se faire entendre au même instant pour des observateurs placés à des distances différentes. Cela s'observe, en effet, dans l'explosion d'une arme à feu ou de la foudre. La lumière devance le coup d'un laps de temps d'autant plus grand que l'observateur est plus éloigné du corps qui a produit le choc.

Le son se présente sous deux états : 1° le *son musical* ou la série de vibrations isochrones de l'air se produisant avec une concordance parfaite pour l'intensité, la hauteur et le timbre; 2° le *bruit* ou choc instantané des molécules de l'air qui n'est, ainsi que l'a si bien dit Rousseau, « que la somme d'une multitude confuse de sons divers qui se font entendre à la fois et contrarient, en quelque sorte, mutuellement leurs ondulations. »

Le son se réfléchit à la manière de la chaleur et de la lumière; il éprouve une réflexion dirigée de telle sorte que l'angle de *réflexion* est égal à l'angle d'*incidence*. C'est sur

cette propriété et sur la valeur numérique de la vitesse du son dans l'air qu'est fondée l'explication des échos. Dans le cas de réflexion confuse, le son n'est qu'une résonnance; c'est, au contraire, un écho lorsqu'il est reproduit distinctement. Les échos sont monosyllabiques ou polysyllabiques, selon qu'ils rendent nettement une ou plusieurs syllabes. Il y a, près de Nancy, un écho qui redit un vers alexandrin tout entier. A trois lieues de Verdun, il y a deux grosses tours éloignées l'une de l'autre de 71 mètres; lorsqu'on pousse un cri un peu fort dans la ligne qui les joint, il se répète douze ou treize fois, toujours en s'affaiblissant; il est évident que les deux tours se renvoient le son alternativement. On cite en Angleterre l'écho du parc de Woodstock, qui répète vingt syllabes pendant la nuit et dix-sept pendant le jour. On cite aussi le château de Simonette, en Italie, qui répète quarante fois un son.

Le porte-voix, si usité à bord des navires, est encore fondé sur la réflexion du son.

Oreille.

Le siége de l'audition réside dans une pulpe molle formée par les filets nerveux du nerf acoustique.

Cette pulpe tremblante reçoit les vibrations des corps sonores, et les communique aux filaments nerveux.

On distingue, dans l'appareil de l'ouïe, les parties accessoires et les parties essentielles. Celle de ces dernières qui existe constamment dans tous les animaux qui sont pourvus du sens de l'audition, c'est le vestibule *d* (pl. VIII, fig. 6) et diverses parties propres à modifier ou à renforcer la sensation, et qui s'ajoutent successivement, à mesure que l'organe se perfectionne. Ce sont : 1° le limaçon, *i* (*id.*, fig. 6) et les canaux semi-circulaires *d, e, f*, qui composent, avec le limaçon, un tout que l'on nomme le labyrinthe ou l'oreille interne; les parties accessoires sont: 1° la caisse du tympan *d* (fig. 9), cavité située entre l'oreille interne et l'air extérieur, et qui contient une chaîne de petits osselets; 2° l'oreille

externe *a* (fig. 6, 8 et 9), destinée à recueillir les vibrations de l'air et le canal auditif externe *c* (fig. 6 et 9), qui porte ces vibrations jusque sur le tympan. Chez l'homme, le pavillon de l'oreille présente plusieurs saillies et plusieurs enfoncements dus au plissement de la lame cartilagineuse qui entre dans sa constitution ; le but de sa forme singulière n'a pas encore été déterminé.

Les saillies ou éminences du pavillon sont : l'hélix, l'anthélix, le tragus, l'antitragus. L'oreille se termine inférieurement par le lobule. Le tragus, l'antitragus et l'anthélix circonscrivent un enfoncement nommé conque, organe collecteur des sons, au-devant duquel est percé le canal auditif externe. Ce canal a 15 ou 20 millimètres d'étendue *c* (fig. 6) ; il est béant du côté du pavillon, et se termine à la membrane du tympan.

Le tympan est une membrame mince, tendue, comme la peau d'un tambour, sur une cavité irrégulière que l'on nomme la caisse du tympan : cette membrane *d* (fig. 9) est plus ou moins tendue, suivant que les sons qui la font vibrer sont graves ou aigus : elle se relâche pour les sons graves, elle est tendue pour les sons aigus. Cette tension ou ce relâchement s'opèrent à la faveur de deux petits muscles *m*, *n* (fig. 7, et fig. 8, *soulevez le lambeau*) qui s'étendent des portions osseuses de l'oreille à la membrane du tympan.

La cavité du tympan communique avec la trompe gutturale de l'oreille *e*, *t* (fig. 8) : ce dernier canal vient s'ouvrir dans le pharynx *t* (pl. VII, fig. 2), et c'est par lui que se maintient le renouvellement continuel de l'air dans la caisse du tympan.

Quant à la chaîne d'osselets, elle sert à opérer la tension de la membrane du tympan : les petits os qui la constituent ont été appelés, d'après leur forme, marteau, enclume, os lenticulaire, et étrier (pl. VIII, fig. 7) ; les angles qu'ils forment par leur rencontre peuvent être ouverts ou fermés par la contraction des muscles qui s'y attachent.

(Les plans de la figure 8 (pl. VIII) ont été arrangés de manière à faire comprendre la position relative du pavillon de l'oreille et du canal auditif externe avec l'os temporal : à cet

effet, le pavillon se détache et laisse à découvert la portion osseuse de l'appareil auditif. Cette portion a été divisée en deux pour montrer la cavité du tympan, le muscle interne du marteau *n*, le muscle de l'étrier *m*, et la trompe gutturale de l'oreille *e*, *t*. La figure 6 représente les rapports dans lesquels se trouvent entre elles les trois parties principales de l'organe de l'ouïe : *a*, *b*, oreille externe ; *d*, *e*, *f*, les trois canaux semi-circulaires ; *i*, le limaçon. Ces canaux contiennent des tubes membraneux sur lesquels se ramifient les branches du nerf acoustique qui se distribuent dans ces cavités.)

Nous avons dit que les membranes qui ferment la fenêtre ovale et la fenêtre ronde communiquent : la première, dans le vestibule et les canaux semi-circulaires ; la seconde, dans le limaçon. C'est dans le vestibule et les nerfs acoustiques que réside la partie essentielle de l'appareil auditif ; les parties accessoires que nous avons décrites sont destinées à perfectionner cet appareil et peuvent, pour la plupart, être détruites, même chez l'homme, sans qu'une surdité complète résulte nécessairement de leur perte.

Mécanisme de l'ouïe.

On pense que le pavillon remplit l'office d'un cornet acoustique recueillant les sons et les réfléchissant sur la membrane du tympan. On a avancé que les courbures en étaient géométriquement disposées, de manière à présenter, dans toutes les directions possibles, une surface perpendiculaire à la direction des ondes sonores. Le conduit auditif externe sert à garantir la membrane du tympan de l'action trop directe de l'air et des agents extérieurs, les poils et le cérumen qu'on y trouve remplissent le même but. Lorsque le son est parvenu à la membrane du tympan, celle-ci, en raison de sa nature sèche et vibratile, reçoit et partage promptement les oscillations sonores.

La caisse du tympan sert à propager les ondes sonores, soit par la chaîne des osselets, soit par ses parois, soit surtout par l'air qu'elle contient (pl. VIII, fig. 8).

La trompe gutturale de l'oreille, qui s'ouvre dans le pharynx (pl. VIII, fig. 8, *lambeau*), introduit et renouvelle sans cesse l'air dans la cavité du tympan ; elle est l'analogue du trou percé sur la caisse d'un tambour, et sans lequel l'air n'éprouverait aucun mouvement vibratile.

Les diverses cavités du labyrinthe sont remplies par une pulpe gélatineuse enveloppée d'une membrane fine et élastique, dans laquelle plongent les filets les plus déliés du nerf acoustique. C'est sur ces filets que produisent leur impression les ondes sonores transmises dans le vestibule et les canaux semi-circulaires par la membrane de la fenêtre ovale, et celles qui arrivent dans le limaçon par la membrane de la fenêtre ronde. On a calculé que la durée de l'impression est d'un 32e de seconde, on le démontre à l'aide de la sirène de Cagniard-Latour dont le son est formé par une succession de chocs, au lieu de l'être par une succession de vibrations élastiques. Si les chocs dépassent 32 vibrations par seconde, on n'a plus que la sensation d'un son continu, parce que la durée de l'impression est plus grande que l'intervalle de temps qui les sépare.

Les expériences de Savart portent à croire que les vibrations qui frappent le pavillon de l'oreille se propagent, par l'intermédiaire de son cartilage, aux portions cartilagineuses et osseuses du conduit auriculaire, et, par là, à la membrane du tympan et à la portion osseuse de la paroi externe de la caisse, et avec d'autant plus de succès par les os de la tête, qu'ils sont plus minces, et rendus plus caverneux par les cellules dont ils sont creusés.

La paroi externe de la caisse, vibrant dans sa portion osseuse et dans sa membrane, communique ses ébranlements à l'air et aux osselets, qui forment une sorte de tige osseuse, solide, qui transmet à la membrane de la fenêtre ovale, avec plus de force et de rapidité, les ébranlements qu'elle éprouve. Ces osselets sont disposés et agissent, malgré leurs articulations, comme une pièce de bois qui, traversant un appartement, unirait ses deux portes opposées, et permettrait aux coups frappés à l'une de retentir directement contre l'autre.

L'air de la caisse ébranlé doit communiquer les vibrations à la partie interne de la cavité, à la membrane de sa fenêtre ronde, à l'étrier et, par cet osselet, à la membrane de la fenêtre ovale, à la trompe d'Eustache, aux cellules mastoïdiennes, à celles du rocher et à l'air qu'elles renferment. La paroi interne de la caisse et les membranes de ses fenêtres ronde et ovale, ébranlées, doivent, à leur tour, agiter la périlymphe qui remplit le labyrinthe, qui est la division la plus reculée de l'organe de l'ouïe. Enfin les vibrations sonores sont perçues par la pulpe nerveuse des nerfs acoustiques, et c'est par ces nerfs que les sensations auditives sont transmises au cerveau.

CONCLUSION.

Me voici arrivé au terme de l'étude que je me suis proposée dans cet ouvrage : l'*Histoire de la structure de la physiologie de l'homme*. Mon travail a dû se borner à la description des organes et des divers phénomènes auxquels ils servent d'instruments.

Devrais-je, maintenant, chercher à comprendre l'enchaînement de l'âme et du corps, l'alliance de l'être moral avec l'être organique ? Devrais-je, en partant de l'étude de la matière, essayer de remonter jusqu'aux sources de l'intelligence ? Beaucoup trop d'écrivains l'ont malheureusement tenté, en attribuant aux organes une puissance que l'expérience ne pouvait pas découvrir, et en faisant considérer le moral comme une suite et une dépendance du physique. C'était méconnaître que le physique et le moral de l'homme sont aussi distincts l'un de l'autre, que les lois de l'organisation, matérielle et aveugle, sont différentes des lois de l'esprit, intelligent et libre ; vérité exprimée d'une façon si éclatante dans ces belles paroles de Leibnitz : *Quod est in corpore fatum in animo est providentia.*

Grâce au progrès des esprits et à la marche des études phi-

losophiques, on n'a guère plus à s'inquiéter aujourd'hui des systèmes qui s'appuyaient sur des démonstrations physiologiques pour expliquer les faits du sens intime et les opérations de l'âme humaine.

Le temps est loin de nous, où, pour donner, disait-il, une *idée juste* de la nature et du principe de l'intelligence, Cabanis expliquait que c'est un *viscère*, le *cerveau*, qui *digère les sensations et sécrète les idées*. La philosophie peut, aujourd'hui, se refuser à relever les écrits dans lesquels le matérialisme cherche à montrer comment l'homme éprouve la sensation, comment la sensation devient le sentiment du *moi*, comment enfin elle se modifie par la réflexion et se transforme en idée. La raison humaine n'a plus à subir l'humiliante discussion de pareilles doctrines, elle en a fini pour toujours de cette psychologie brutale qui voulait expliquer la mystérieuse action de la conscience par le mécanisme grossier des sensations.

« La doctrine de Cabanis, dit le savant physiologiste Bé-
« rard, dans sa *Doctrine des rapports du physique et du moral*,
« suppose une ignorance absolue de la métaphysique et de
« l'observation de l'esprit ; elle déshonore la raison humaine
« dans l'état actuel de son perfectionnement.

« Le mécanisme des sensations ne peut expliquer les actions
« de l'intelligence, disait Euler : la liaison que le Créateur a
« établie entre notre âme et notre cerveau est un si grand
« mystère, que nous n'en connaissons autre chose, sinon que
« certaines impressions, faites dans le cerveau, où est le siége
de l'âme, excitent en elle certaines idées ou sensations ;
« mais le comment de cette influence nous est absolument
« inconnu. »

Il faut le reconnaître, Descartes est le premier de tous les métaphysiciens qui ait nettement posé la ligne de démarcation qui sépare l'intelligence de la matière.

Selon ce grand philosophe, le sens intime est le seul moyen d'*évidence immédiate* pour l'homme. Or, le sens intime ne fournissant à l'homme que le sentiment de la pensée, c'est la pensée qui constitue essentiellement l'homme ou le *moi*, et ce sentiment se confond en lui avec le sentiment de l'existence

personnelle. *Je pense, donc j'existe,* est la célèbre formule de cette doctrine élevée qui n'admet comme certain que l'existence même du *moi,* laquelle se révèle continuellement et nécessairement à la conscience, comme confondue avec la pensée.

Ainsi, nous avons en notre être deux natures distinctes : la *substance pensante,* qui forme le moi, et la *substance étendue,* qui, quoique extérieure au *moi,* agit incessamment sur lui. La *pensée* est l'essence de la première, l'*étendue* est l'essence de la seconde. D'où il résulte que, de même que la matière est toujours *étendue,* l'âme humaine *pense* aussi toujours.

Voilà donc le double domaine de deux substances qui appartiennent à l'homme nettement tracé et rigoureusement circonscrit par Descartes. Tout ce qui *est la pensée* appartient à la substance spirituelle, et tout ce qui *n'est pas la pensée* appartient à la substance étendue. Ainsi, toutes les fonctions organiques et vitales, à la suite desquelles l'âme seule est affectée de plaisir ou de douleur et perçoit dans son cerveau, ou au dehors, certaines images ou représentations, doivent être atribuées exclusivement à la substance étendue ou au corps, et, à ce titre, restent dans le domaine des lois ordinaires de la physique.

Et comme il n'y a certainement aucune ressemblance intelligible entre les *sensations,* les *affections,* les *perceptions* de l'âme, lesquelles sont autant de modes de la pensée, et les mouvements de fibres, de fluides, de courants nerveux qui constituent proprement les fonctions organiques et vitales : il faut nécessairement en conclure qu'il n'existe aucun passage de l'un à l'autre de ces deux ordres de faits, et que, en aucun cas, ils ne peuvent ni être produits ni être expliqués réciproquement les uns par les autres.

En conséquence, Descartes ne tente aucune explication de cette nature. Pour y recourir, il faudrait, suivant lui, commencer par expliquer l'union des deux substances qui nous appartiennent ; et, si nous savions ce grand secret, qui n'est autre que celui de la Création, *nous saurions tout,* dit Descartes lui-même.

Ce grand philosophe se borne donc à dire, qu'à l'occasion

de certaines impressions matérielles, reçues par les organes internes ou externes, l'âme éprouve des sensations, des affections, perçoit certaines images ; et, réciproquement, qu'à l'occasion de certaines pensées, sentiments et vouloirs de l'âme, le corps organisé exécute divers mouvements coordonnés, consécutifs à ces pensées et à ces vouloirs. Mais il n'admet aucune action réelle d'une des substances sur l'autre. Ce sont deux séries de faits distincts, des lois qui semblent se copier et se traduire dans deux langues différentes, sans qu'il y ait jamais entre l'une et l'autre aucune liaison de cause à effet.

Dans la réalité, il n'existe *qu'une seule cause efficiente productive*, et cette cause unique est Dieu qui, ayant créé tous les êtres, peut seul les modifier, les changer, ou les conserver dans leur premier état. Tous les êtres créés sont passifs, et l'âme humaine ne fait exception à cette règle ni quant aux forces de son être, ni quant aux idées ou notions innées que la main du Créateur a gravées en elle.

Il sut de là que les animaux ne doivent être considérés que comme des machines construites sur le plan général de l'organisation, et soumises à des lois semblables à celles qui régissent le corps humain lui-même, c'est-à-dire aux lois de la mécanique ordinaire appliquées à la structure des corps organisés. Il serait au moins inutile d'attribuer une âme aux animaux, puisque toutes les fonctions organiques et sensitives, toutes les impressions, tendances, appétits qu'on observe en eux, peuvent s'expliquer et s'expliquent en effet chez eux, comme chez l'homme, par l'étendue et le mouvement.

Il suit encore de là que le véritable but du philosophe ne doit point être de chercher à expliquer les mouvements du corps par les lois de l'esprit, ni, réciproquement, les faits de l'esprit par les lois de l'organisation; mais uniquement d'expliquer les fonctions et mouvements du corps vivant par les lois connues de la mécanique ordinaire. Suivre la première de ces deux marches, c'est vouloir combler un abîme ; suivre la seconde, c'est procéder d'une manière conforme à la raison. La dernière conséquence qui résulte de ce système, c'est que la raison se refuse à croire et à prouver que les faits de l'âme

puissent avoir leur cause efficiente ou leur cause principe dans les fonctions du corps organisé vivant. Quoi qu'on fasse, les phénomènes naturels ne changent point au gré de nos systèmes; ils restent ce qu'ils sont. Chaque homme qui descend en soi-même apprend avec une certitude infaillible que les faits et les lois du corps ne sont pas les lois et les faits de l'esprit : sur ce point, sa persuasion est impérieuse, irrésistible, et aucune science humaine ne peut renverser l'éternelle barrière que la nature elle-même a élevée entre les deux forces qui constituent l'homme tout entier.

L'homme n'est point une *intelligence servie par des organes*, comme l'a dit un écrivain célèbre ; et il n'est pas davantage une *organisation servie par une intelligence*, comme le voudraient certains philosophes modernes. Il y a dans l'homme une intelligence et des organes ; parmi ces organes, les uns, instruments de la perception et des mouvements, servent en effet l'intelligence ; tandis que les autres, agents de pure sensation et de vie simple, non-seulement ne la servent pas, mais, placés par le Créateur hors de la sphère d'activité de la personne ou du *moi*, ils entraînent et subjuguent quelquefois la volonté, sans lui obéir jamais.

Les anciens n'étaient-ils pas plus près de la vérité, ou, du moins, ne s'étaient-ils pas placés dans une direction plus méthodique, lorsque, après avoir embrassé le système général des facultés humaines, c'est-à-dire des facultés diverses de l'être organisé *vivant*, *sentant* et *pensant*, ils voulurent déterminer avec quelque précision les trois rapports enssentiellement distincts sous lesquels ils considéraient cette sorte de trinité d'existence, et employèrent à cet effet les noms d'*âme végétative*, d'*âme sensitive*, et d'*âme raisonnable*, unies ensemble dans l'homme, et formant les trois principes de vie ou d'opération qu'ils reconnaissaient en lui ?

Déjà les physiologistes modernes ont été amenés, par un examen plus approfondi des phénomènes de la vie, à distinguer dans l'homme deux ordres de faits : les uns propres à la *vie animale* ou vie de *relation;* et les autres appartenant exclusivement à la *vie intérieure* ou vie *organique*. Les premiers

sont tous placés dans le domaine de la *sensibilité animale* et de la *contractilité organique sensible* de Bichat ; les seconds viennent se ranger sous les lois de la *sensibilité organique* et de la *contractilité organique insensible* du même auteur. Ce qui caractérise essentiellement ces derniers, c'est qu'ils sont absolument étrangers au *moi*, lequel n'en a point la conscience et n'exerce aucune action directe sur eux ; et ce qui fait au contraire le caractère propre des premiers, c'est qu'une partie d'entre eux est soumise aux vouloirs du *moi*, et qu'il a la conscience de tous. Que si on reconnaît, en outre, un troisième ordre de faits, dont l'existence n'est pas moins incontestable que celle des deux premiers, on sera forcé d'admettre les trois principes que les anciens avaient établis, et qu'ils désignaient par les expressions métaphysiques d'*âme végétative*, d'*âme sensitive* et d'*âme raisonnable*.

C'est en soumettant la physiologie à un tel ordre d'idées, que Bossuet lui donna le caractère de grandeur que son génie imprimait à tous ses travaux. Dans le livre admirable dont nous avons cité quelques passages, au commencement de cet ouvrage, et qui n'est pas assez connu de la plupart des savants de notre époque, ce grand philosophe a contemplé avec émotion les rapports de l'âme et du corps, et s'est livré, avec une entière sécurité, à l'étude des merveilles de l'organisation humaine, parce qu'il savait d'avance qu'il ne serait jamais tenté d'expliquer par elle les mystères de l'intelligence.

Nous l'avons déjà fait remarquer : de nos jours, les sciences, en changeant de face, n'ont rien perdu de ce qu'elles avaient de propre à nous élever à Dieu. « La nécessité de cette *Vérité Suprême* qui a précédé et formé le monde, a dit M. Villemain, éclate d'autant plus que la lumière des sciences est plus grande. » Dès qu'elles sont soutenues par la pensée du Créateur, les sciences marchent, en effet, avec confiance dans l'étude des phénomènes de l'Univers, et leurs progrès mêmes sont d'autant plus sûrs, qu'elles n'ont point à craindre de tomber dans des erreurs matérielles et d'aller se perdre dans des profondeurs sans fin.

La physiologie serait donc une science vaine si elle ne com-

mençait pas par admettre un Dieu et une âme. Elle peut, à force de travaux, parvenir à connaître la structure physique de l'homme ; mais elle ne peut, d'elle-même et par la simple étude de la matière, s'élever jusqu'à son esprit; elle roule éternellement dans le cercle des causes secondes, la cause réelle lui échappe.

Il faut donc en venir à Dieu, qui est la raison primitive de tout ce qui est et de tout ce qui se comprend dans l'univers. C'est de ce point qu'il faut partir, c'est à ce point qu'on est ramené; et toute physiologie qui croirait se suffire à elle-même bâtirait des théories et creuserait des abîmes sans pouvoir jamais toucher le terme des difficultés qui déconcerteraient ses recherches.

Saint Bernard avait parfaitement compris ce qu'il y a de puissance et d'élévation dans les recherches scientifiques qui ont l'homme pour objet, lorsque, dans un mouvement d'indignation philosophique, il s'adressait, en ces termes, aux sceptiques de son temps : *Si te nescieris, eris similis ædificanti sine fundamento, ruinam, non structuram, faciens.*

FIN

TABLE

Préface..... 7
Considérations générales..... 11
Comparaison sommaire de l'organisation et des fonctions des animaux et des végétaux..... 20
Exposition générale des divers organes qui constituent un animal ; relations de leurs diverses fonctions. Description des principaux tissus qui les composant..... 34
Fonctions de nutrition..... 39
Description de l'appareil digestif et de ses annexes..... 42
Nature des aliments..... 50
Régime alimentaire..... 54
Faim..... 63
Soif..... 64
Préhension des aliments..... 65
Mastication..... 65
Insalivation..... 67
Déglutition..... 68
Phénomènes chimiques de la digestion..... 70
Chyle..... 80
Lymphe..... 82
Absorption par les veines et les vaisseaux chylifères..... 83
Sang..... 88
Composition et usages du sang... 92
Appareil circulatoire. — Cœur... 95
Artères..... 97
Veines..... 9
Mécanisme de la circulation..... 102
Explication des phénomènes du pouls..... 106
Respiration..... 108
Appareil respiratoire..... 109
Mécanisme de l'inspiration et de l'expiration..... 111
Phènomènes chimiques..... 116
Air respiré..... 119
Asphyxie..... 124
Chaleur animale..... 134
Animaux à sang chaud et à sang froid..... 139
Sécrétions et exhalations..... 142
Assimilation..... 144
Résumé des phénomènes de nutrition..... 146
Fonctions de relation..... 149
Organes du mouvement..... 150
Composition générale du squelette..... 151
Articulations..... 162
Structure et mode d'insertion des muscles..... 164
Mécanisme des mouvements..... 168
Attitude..... 173
Marche..... 176
Saut..... 178
Course..... 179
Nage..... 179
Sustentation..... 180
Organes producteurs des sons. — Voix..... 182

Système nerveux. Indication des parties qui le constituent essentiellement..... 185
Centres nerveux..... 186
Fonctions du système nerveux.... 192
Nerfs moteurs et nerfs sensitifs.. 195
Organes des sens..... 203
Toucher..... 205
Goût..... 209
Odorat..... 211
Vue..... 214
Ouïe..... 229
Conclusion..... 235

FIN DE LA TABLE.

WELLCOME LIBRARY INSTITUTE

2495-77 – Corbeil. — Typ. et stér. de Crété.

STRUCTURE

ET

PHYSIOLOGIE DE L'HOMME

DÉMONTRÉES

A L'AIDE DE FIGURES COLORIÉES

DÉCOUPÉES ET SUPERPOSÉES

PAR

ACHILLE COMTE

Directeur et Professeur à l'École supérieure des sciences et des lettres de Nantes
Officier de l'Instruction publique,
Chevalier de la Légion d'honneur et de plusieurs Ordres étrangers.

ATLAS

ONZIÈME ÉDITION

PARIS

G. MASSON, ÉDITEUR

LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE

Place de l'École-de-Médecine, 17

MDCCCLXXVI

EXPLICATION DES PLANCHES

L'atlas qui accompagne la *Structure et physiologie de l'homme* est composé de planches de diverses sortes : les unes sont gravées au *recto* et au *verso ;* elles représentent les faces antérieures et les faces postérieures des mêmes *figures*, et cette iconographie d'un genre nouveau reproduit, aussi fidèlement qu'il est possible de le faire, la forme matérielle des appareils organiques de la vie. Les autres planches sont exécutées de façon à ce que des *appliques découpées* puissent se superposer sur le dessin principal, pour montrer, successivement, diverses surfaces ou coupes d'un organe. Les *verso* et les *recto* de ces *appliques* représentent des plans différents, ce qui permet de voir les rapports de toutes les parties de l'organe qui sert à une fonction, puis d'en séparer ou d'en réunir les divers *lambeaux*, pour suivre et comprendre les descriptions du texte.

Ces *lambeaux*, mobiles et articulés sur le dessein principal, se laissent, en effet, soulever comme les feuillets d'un livre et l'on peut, à leur aide, étudier un appareil de fonction, couche par couche, de la surface extérieure d'un organe jusque dans les replis de sa texture.

En étudiant ces dessins, l'esprit le moins préparé aux études anatomiques comprendra, sans effort, comment la nutrition s'opère, comment les mouvements s'exécutent, comment se produisent les impressions des sens, etc., etc.

PLANCHE 1.

Torse ouvert pour montrer la disposition intérieure des cavités de la poitrine et du ventre. On voit les vaisseaux chyli-

fères provenant de tous les points et se groupant pour former des *ganglions*, se réunir et constituer le *réservoir de Pecquet r, p*, d'où naît le canal thoracique *c, t*, qui remonte, appuyé sur la colonne vertébrale, passe derrière les vaisseaux du col et s'ouvre dans la veine sous-clavière gauche, *v, s, g*.

Sur ce torse est appliqué le canal digestif depuis la bouche jusqu'à la fin du canal intestinal, savoir : la bouche *b*, l'œsophage *œ*, l'estomac *e*, le pylore *py*, le foie *f*, l'intestin grêle *i, i, i*, le cœcum *cœ*, le côlon transverse *c, t*, le côlon descendant *c, d*, qui se termine à l'anus.

Le *verso* de cette *applique* montre la face postérieure des mêmes parties et, en outre, le duodenum *d* et le pancréas *p*.

PLANCHE 2.

Le torse ouvert montre les mêmes parties que celui de la planche 1 ; mais les *appliques* superposées sont différentes et concernent l'ensemble des fonctions de la *Digestion*, de la *Respiration* et de la *Circulation*.

Le canal digestif commençant à la bouche se continue par l'œsophage *œ* qui communique dans l'estomac *e* par le cardia *c*. L'estomac ouvert laisse voir les replis de sa membrane interne. L'intestin grêle commence au pylore *py* ; une anse ouverte est disposée pour montrer la cavité intestinale où s'ouvrent les origines capillaires des vaisseaux chylifères *v, c*, et les extrémités des veines dont l'ensemble constitue le *Système de la Veine Porte*. Les vaisseaux chylifères se réunissent, dès leur origine, pour former des canaux de plus en plus volumineux qui, après avoir traversé les *ganglions*, se résument en constituant le *Réservoir de Pecquet r, p*.

Une autre *applique* montre les poumons coupés dans leur épaisseur, pour faire voir les ramifications des vaisseaux sanguins et des canaux aériens. Entre ces deux organes *p, d*, et le poumon gauche *p, g*, sont placés le cœur et ses vaisseaux. Les différentes cavités du cœur, ainsi que les artères et les veines, sont indiquées par les lettres initiales de leurs noms : *o, d*, oreillette droite ; *v, d*, ventricule droit ; *a, p*, artère pulmo-

naire; *a*, *o*, artère aorte; *v*, *g*, ventricule gauche; *v*, *c*, *s*, veine cave supérieure; *v*, *c*, *i*, veine cave inférieure; *v*, *s*, *d*, veine sous-clavière droite; *v*, *s*, *g*, veine sous-clavière gauche; *i*, *i*, artères iliaques. Sur les côtés de ces canaux sont dessinés les reins *r*; celui du côté gauche a été ouvert pour montrer la structure intérieure de cet organe.

Le *verso* de ces diverses *appliques* montre la face postérieure des mêmes organes.

PLANCHES 3 et 4.

Les figures 1, 2, 3, 4 et 5 de ces deux planches montrent, dans une correspondance exacte, les plans antérieurs et postérieurs des principaux appareils de la *Respiration* et de la *Circulation*. L'énumération des diverses parties de ces organes serait superflue; les lettres qui les indiquent sont les initiales de leurs noms.

Les figures 6 et 7 de la planche 3 montrent les globules du sang, considérablement grossis, et la figure 8 indique les valvules de l'intérieur d'une veine.

La figure 6 de la planche 4 montre le larynx vu à l'extérieur: *h*, os hyoïde; *t*, *h*, cartilage hyoïde : *t*, *r*, trachée-artère.

La figure 7 représente une coupe verticale du larynx, où l'on voit l'os hyoïde *h*; l'épiglotte *ép*, les cordes vocales *c*, *v*, formées par la saillie intérieure des muscles du larynx.

PLANCHES 5 et 6.

Les figures 1 de ces deux planches sont consacrées aux couches musculaires du tronc et des membres. Le côté gauche montre la couche superficielle, le côté droit la couche profonde.

La paroi antérieure de la poitrine et du ventre se soulève et laisse voir, dans leurs rapports naturels, les organes que contient chacune de ces cavités, savoir : les poumons *p*, *p'*, le cœur *c*, le diaphragme *d*, l'estomac, *e*, le foie *f*, les intestins *i*, la vessie *v* recouverte par l'épiploon *ep*.

Nous n'indiquerons pas ici les principaux muscles des couches superficielles et profondes, leurs noms sont gravés sur les planches mêmes, ce qui nous a paru préférable pour l'intelligence de figures.

Les figures 2, 3, 4, de la planche 5 sont relatives aux divers genres de leviers, avec des exemples pris dans l'organisation humaine. (Voir page 168.)

La figure 2 de la planche 6 montre les divers états de la fibre musculaire relâchée ou contractée.

La figure 9 explique l'action des fibres d'un muscle *penniforme*, en comparant les rapports de ces fibres sur un tendon à la position que prennent, sur une corde, plusieurs mains qui traînent un corps pesant.

Les figures 3, 4, 5, 6, 7, 8, de la planche 6 montrent les différentes formes des muscles et les changements qu'ils éprouvent par la contraction de leurs fibres.

PLANCHE 7.

La figure 1 représente le système cérébro-spinal de l'homme ; c'est-à-dire le cerveau, le cervelet, la protubérance cérébrale, la moelle épinière et les nerfs qui en partent. *c*, cerveau vu en dessus. — *c'* cervelet dont la partie moyenne est cachée par le commencement de la moelle épinière. — *m*, moelle épinière, 1, nerfs de la première paire ou nerfs olfactifs, qui se rendent au nez. — 2, nerfs de la seconde paire ou nerfs optiques, qui, après s'être croisés, se rendent aux yeux. — 3, nerfs de la troisième paire, se rendant aux muscles moteurs de l'œil. — 4, nerfs de la quatrième paire, se rendant également aux muscles de l'œil. — 5, nerfs de la cinquième paire ou nerfs trifaciaux, qui se distribuent au sourcil, à la joue, aux dents, à la langue, etc. — 6, nerfs de la sixième paire, se rendant aux muscles de l'œil. — 7, nerfs de la septième paire ou nerfs faciaux, se rendant à la face et au cou. — 8, nerfs de la onzième paire ou grands hypoglosses, qui se rendent à la langue, etc. — 9, nerfs de la douzième paire ou nerfs spinaux, qui se distribuent à divers muscles du cou. — 10, nerfs de la

treizième paire ou nerfs occipitaux. On voit, un peu au-dessous du cerveau, le plexus brachial formé par les nerfs qui se rendent aux membres supérieurs ; puis, inférieurement, le plexus lombaire et sciatique, *p*, *s*, d'où naissent les nerfs des membres inférieurs, *ns*, nerf sciatique ou nerf principal de la cuisse. — *q*, racines des derniers nerfs de la moelle épinière, formant un faisceau appelé la queue de cheval.

La figure 2 représente une coupe verticale de la tête et du tronc tout entier : on voit le crâne *c*, le canal vertébral *v*, *v' v''* ; les fosses nasales *b*, la poitrine *m*. Dans ces diverses cavités sont contenus, maintenus et protégés les organes les plus importants de la vie : le cerveau *c* ; la moelle épinière *m* ; les poumons, droit *p*, *d*, gauche *p*, *g* ; le diaphragme *d*, qui sépare la poitrine du ventre ; le foie *f* ; l'estomac *e* ; l'intestin grêle *i*, *i*, *i* ; le cœcum *cœ*, le côlon ascendant *co*, transverse *c t*, et descendant *c d*, la vessie *v*.

La face extérieure du lambeau qui recouvre ces cavités et ces organes montre la couche superficielle des muscles de la tête et du tronc : temporal *t* ; masséter *m* ; sterno-mastoïdien *s* ; deltoïde *d* ; grand pectoral *p* ; oblique *o*.

Les figures 3, 4 et 5 représentent les dents : incisive, 3 ; canine, 4 ; molaire, 5.

La figure 5 est celle d'une vertèbre vue sur son plan horizontal.

La figure 7 montre le cerveau coupé par sa partie moyenne et disposé de façon à laisser voir les nerfs *n* qui en partent, le cervelet *c*, la moelle épinière *m*.

La figure 8 montre un tronçon de la moelle épinière pour faire voir la naissance des nerfs et leurs racines distinctes : antérieure *r*, *a* ; postérieure *r*, *p*.

Figure 9. Appareil qui constitue le sens tactile chez l'homme : — *a*, nerf entrant dans le derme où il devient capillaire ; — *d*, névrilemme fourni par le derme ; — *e*, couche plus ou moins épaisse de matière cornée, organe de protection.

Figure 10. *a*, groupe de papilles de la peau vues au microscope ; — *b*, derme.

PLANCHE 8.

La figure 1 donne une coupe de l'œil d'avant en arrière, et le montre en place, dans la cavité orbitaire de la mâchoire supérieure *m'*. Les chiffres 2, 3, 4, 5, indiquent les muscles droits et obliques dont les contractions portent le globe de l'œil dans les diverses directions. La membrane extérieure de cet organe, la sclérotique *s*, donne attache à l'une des extrémités de ces muscles, l'autre extrémité s'insère sur divers points de l'os maxillaire. Les membranes et les milieux transparents, placés sous la sclérotique, sont : la choroïde *c'*, l'iris *i*, le corps vitré *œ*, le cristallin *x* composé de couches superposées, ainsi que l'indique la figure 3 ; la rétine *r*, d'où naît le nerf optique *e*.

La figure 2 montre les effets de la réflexion des rayons lumineux.

La figure 3 montre les couches du cristallin formées de fibres non entremêlées.

La figure 4 représente l'appareil lacrymal ; la glande *g*, les points lacrymaux *a*, le canal *c*.

La figure 5 indique la superposition, d'avant en arrière, des diverses membranes transparentes que traverse la lumière avant de frapper la rétine *b*; ce sont : la cornée transparente 1, insérée sur la sclérotique *s*; l'iris 4, percé, dans son centre, par l'ouverture pupillaire *p*; la choroïde 5, entourant le cristallin.

La figure 6 montre l'oreille externe *a*, le canal auditif *c*, et l'oreille interne *i*, dans tous leurs rapports naturels. Cette dernière partie est composée des trois canaux semi-circulaires *d*, *e* et *f*, qui surmontent le colimaçon et les osselets de l'ouïe.

La figure 7 montre les osselets de l'ouïe, marteau, enclume, étrier, dans leurs rapports avec la membrane du tympan, dont ils opèrent la tension ou le relâchement, suivant qu'ils sont écartés ou rapprochés par la contraction des muscles *m* et *n*.

Figure 8. Ensemble de l'appareil de l'audition, composé de

la conque ou oreille externe *a b*; de l'oreille interne, où se trouvent les parties que nous avons décrites dans les autres figures, et de la trompe gutturale *e*, *t* de l'oreille qui fait communiquer l'oreille interne dans l'arrière-gorge. Cette trompe ne peut être vue qu'autant qu'on enlève la portion de l'os temporal qui la recouvre; ce qui devient facile par les *appliques* de cette figure ; on voit encore les muscles des osselets de l'ouïe *m*, *n*, et l'on comprend que leur contraction écarte l'un de l'autre les manches du marteau etde l'enclume, ce qui amène la tension de la membrane du tympan sur laquelle sont fixés les osselets.

Figure 9. Rapports des diverses parties de l'organe de l'ouïe, exposés à l'aide d'une figure qui a mis à découvert, d'avant en arrière, la conque *a*, le canal auditif externe *c*, l'oreille interne *d*. Entre *c* et *d* est une cloison légèrement bombée, c'est la membrane du tympan.

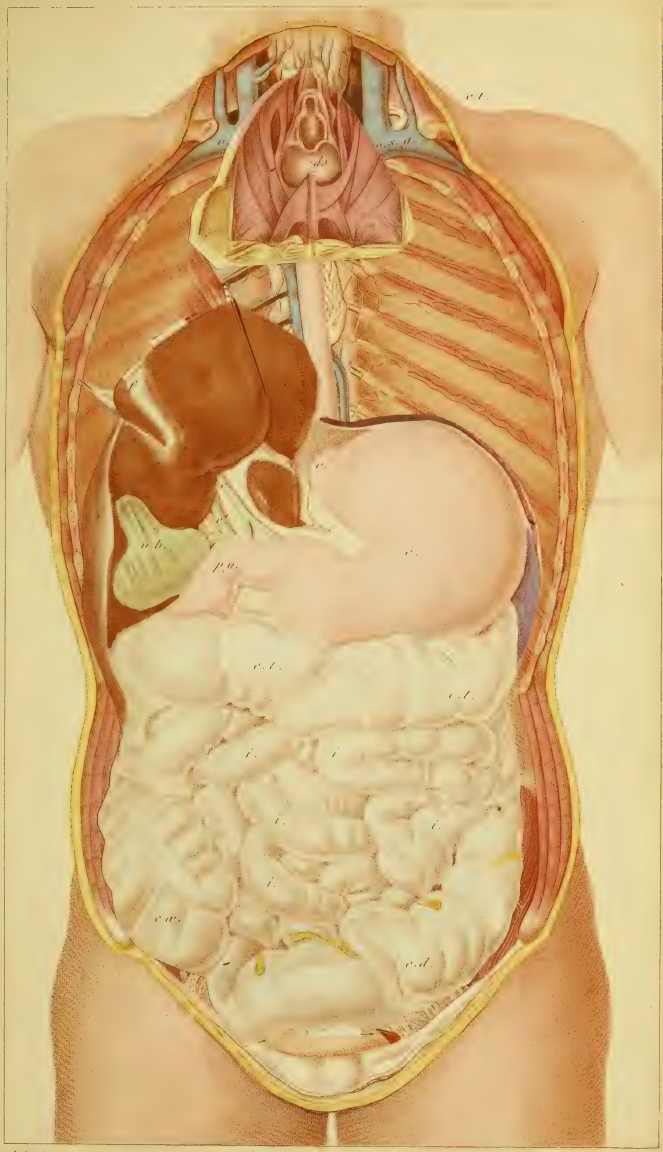
Fig. 10. Un des aspects du derme humain, vu sous la loupe et coupé suivant la longueur des sillons ; *a*, vaisseaux sanguins qui se couvrent des filaments capillaires, en pénétrant dans le derme : *c*, glandes muqueuses placés à des hauteurs inégales et anastomosées entre elles. Leurs canaux excréteurs pénètrent jusqu'à la matière cornée ; *d*, canaux sudorifères en spirale ; *e*, organe contenant la matière colorante, surmonté de ses canaux excréteurs et de ses papilles.

La figure 11 montre les distributions principales du nerf de la cinquième paire *b*, dont une des branches les plus importantes, le nerf inguinal *g*, s'avance vers la pointe de la langue entre les muscles de cet organe.

La figure 12 montre les nerfs qui se distribuent à la membrane pituitaire de la cloison des fosses nasales du côté gauche.

FIN DE L'EXPLICATION DES PLANCHES.

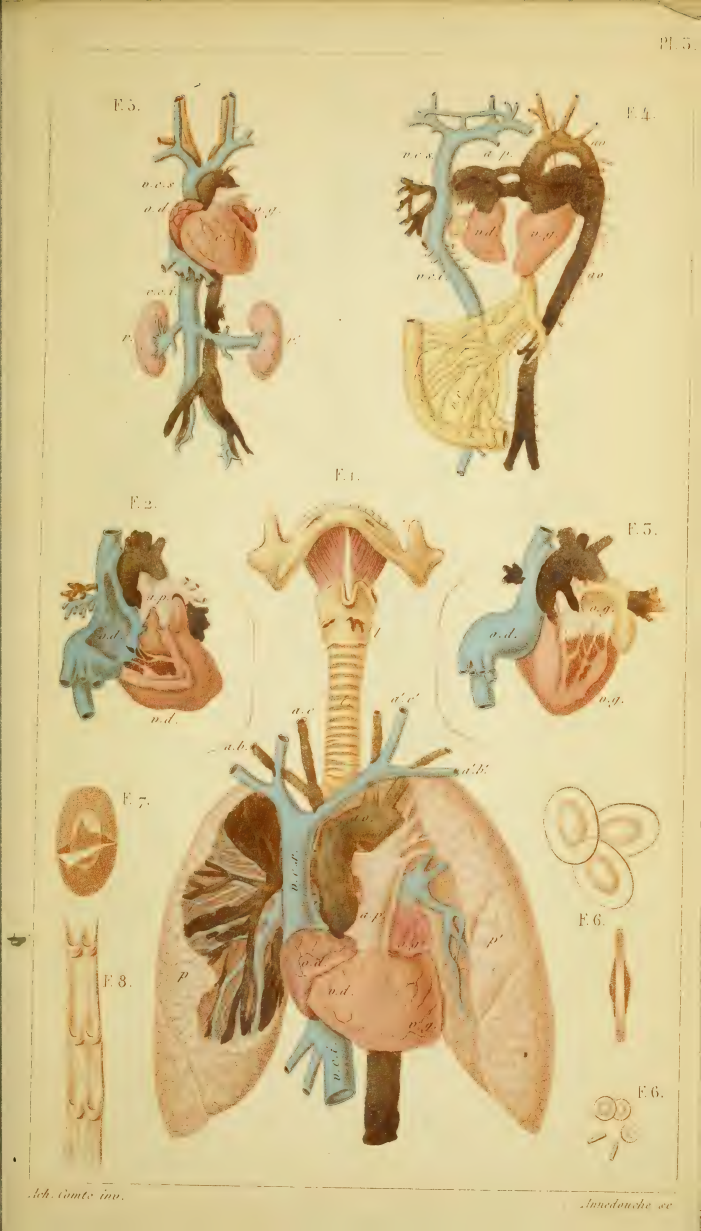
Corbeil. — Typ. et stér. de Crété fils.



Ach. Comte imp. N. Rémond imp. r. des Mineurs 65. Paris. Annedouche sc.

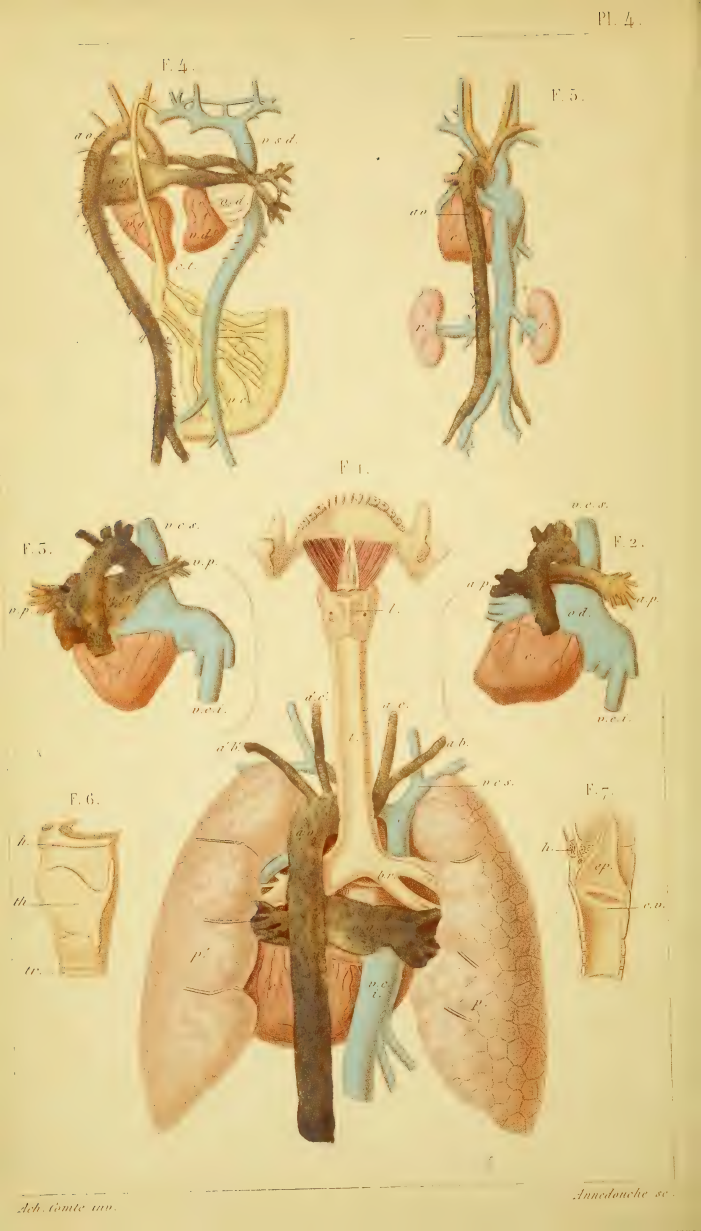
Arch. Comte inv.

Annedouche sc.



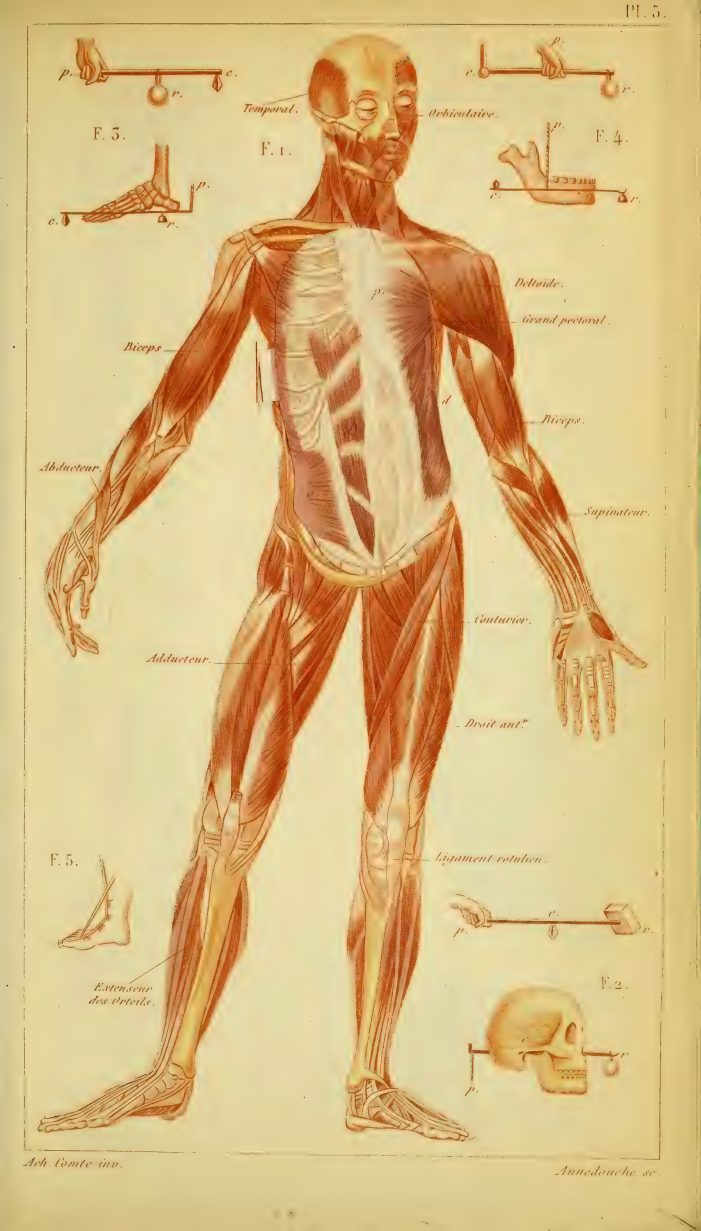
Ach. Cumts inv.

Amedauche sc



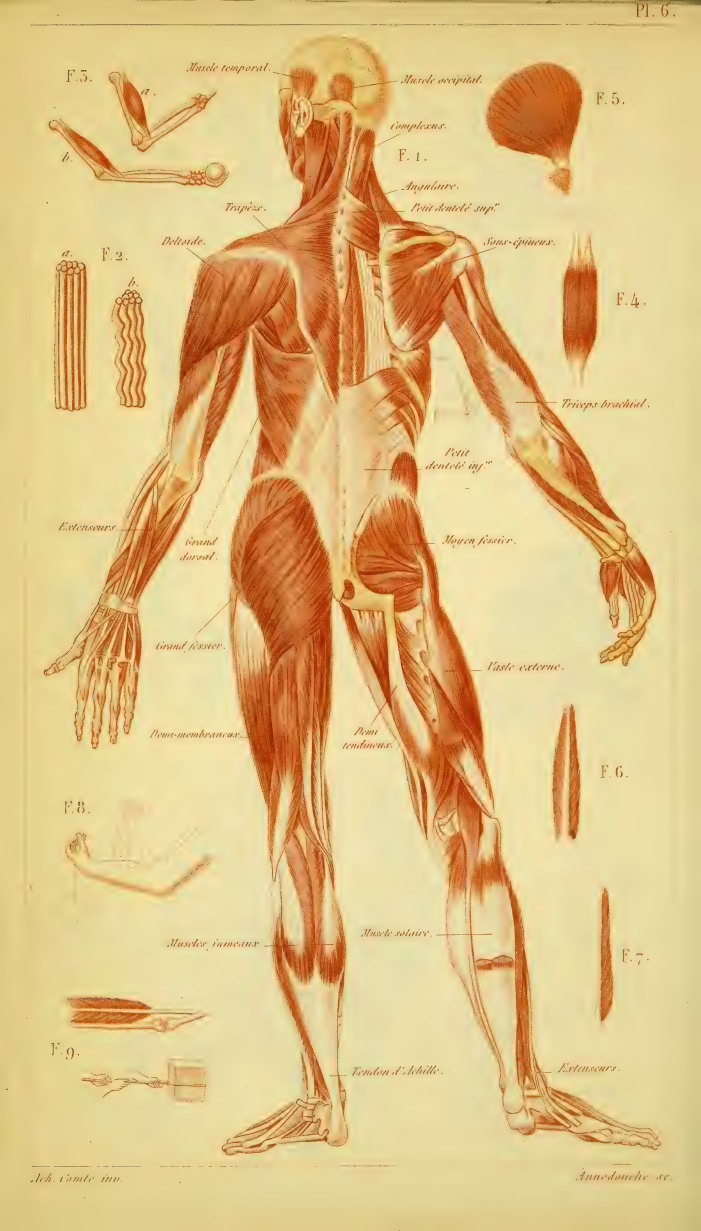
Ach. Comte lith.

Annedouche sc.



Ach. Comte inv.

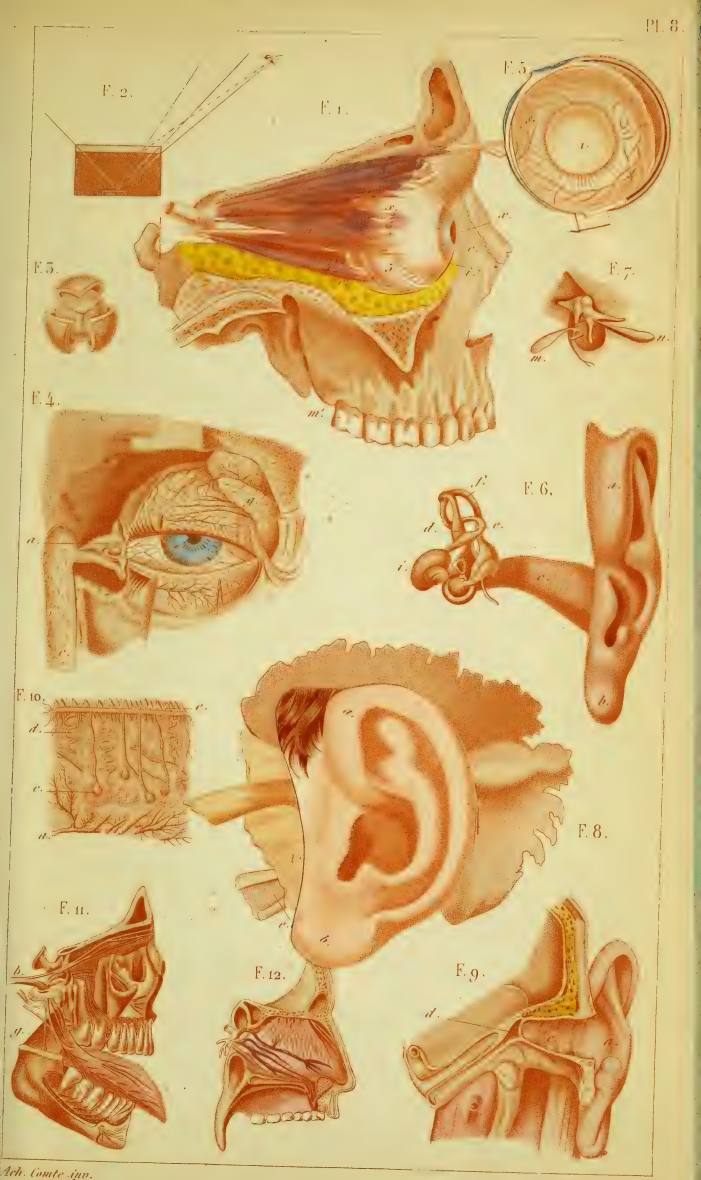
Annedouche sc.



Ach. Comte inv. Annedanche sc.

Ach. Comte inv.

Lunedwerche sc.



Ach. Comte igav.

Annedouche sc.

LIBRAIRIE DE G. MASSON, A PARIS

PLANCHES MURALES

D'HISTOIRE NATURELLE

PAR

ACHILLE COMTE

Directeur de l'École des sciences et lettres de Nantes
Professeur d'histoire naturelle à l'École et au Lycée
Chevalier de la Légion d'honneur et de plusieurs Ordres étrangers
Officier de l'instruction publique.

Cent planches de 90 centimètres sur 70, imprimées sur fond noir et coloriées..... 350 fr. »
Montées sur toile avec gorge et rouleau..... 650 fr. »
Chaque planche séparément..... 5 fr. »
Montée sur toile..... 8 fr. 50

DEUXIÈME ÉDITION, REVUE AVEC LE PLUS GRAND SOIN

Les PLANCHES MURALES D'HISTOIRE NATURELLE, imprimées sur papier à fond noir et coloriées avec le plus grand soin, servent à traiter toutes les questions de Zoologie, de Botanique et de Géologie comprises dans les *programmes*. L'œil se familiarise facilement avec des peintures qui n'ont rien de l'aspect repoussant d'une dissection et qui, cependant, rendent l'étude de l'*Histoire naturelle* aussi facile que si cette science était expliquée à l'aide des objets mêmes empruntés aux diverses classes des êtres organisés.

Cette collection, composée de *cent feuilles, de près d'un mètre carré chacune*, et accompagnée d'une légende explicative, est divisée en *trois séries :* ZOOLOGIE, BOTANIQUE, GÉOLOGIE.

LA NATURE

Revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie. Journal hebdomadaire illustré. Rédacteur en chef : M. G. TISSANDIER.

La *Nature* paraît tous les samedis par livraisons de 16 pag. gr. in-8 jésus, avec de belles gravures dans le texte ; le tout protégé par une couverture. Chaque année de la publication formera 2 beaux volumes gr. in-8 richement illustrés, de 416 pages chacun.

Prix de l'abonnement annuel servi par la poste : Paris, 20 fr. — Départements, 35. — Prix du numéro : 50 cent.

En vente, les quatre premiers volumes. Prix de chaque vol. broché, 10 fr.; richement relié, 13 fr. 50.

Cette publication a été honorée d'une souscription du Ministère de l'Instruction publique pour les bibliothèques populaires.

CORBEIL. — TYP. DE CRÉTÉ FILS.